

楽にワイシャツをピンとさせる研究
- しわの秘密を探る -

千葉市立川戸中学校
第1学年 中村 絆

1 研究の動機

中学生になり毎日制服を着るようになり、ワイシャツのしわが気になるようになった。毎朝のアイロンがけが大変なので、「楽にワイシャツがピンとなる方法」を見つけるために、洗濯後しわができるだけ少なくなるような洗濯、乾燥方法を研究することにした。

2 研究の内容と方法

洗濯時にしわができる工程を考え、実験内容を設定した。

(1) 洗濯してから干すまでの時間

洗濯機で洗濯が終了してから、干すまでの時間が長いことが原因でしわが発生するのではないかと考え、終了0分から60分の間で10分おきに洗濯物を干し、しわの本数と長さを、毛糸を使用し計測した。

(2) 干す前に振る回数

洗濯後のしわを伸ばすことで、乾燥後のしわも減少するのではないかと考え、洗濯物を振りさばく回数を0回、1回、3回、5回、10回、20回に設定し、しわの本数と長さについて計測を行った。

(3) 洗濯網の有無

洗濯網を使用することで、しわを少なくできないかと考えた。また、洗濯網に入れる方法についても検証を行った。

(4) 湿度や風などの自然現象との関係

実験(1)と(2)の考察を行っている際に気温と湿度によって結果が異なるのではないかと感じ、本実験を行った。湿度を40%と70%に設定し、実験(1)から実験(3)までの結果からしわができにくい条件で実験した。

(5) 風としわの関係

母が洗濯物を干す際に、扇風機をまわしていることに気付いた。早く乾くことでしわの発生する時間も短くなるのではないかと考え、本実験を行った。なお、風力は(中)で行った。

(6) ワイシャツのたたみ方としわの関係

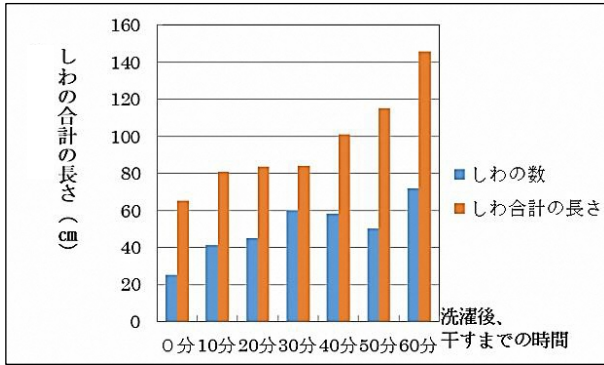
実験(1)から(5)まではバンドナを使用して実験を行ってきたが、本研究のメインであるワイシャツを実際に使用して実験を行った。また、洗濯網に入れる向き(縦長と横長)ではしわの発生にどのような違いがあるのかも検証を行った。

(7) ハンガーの形としわの関係

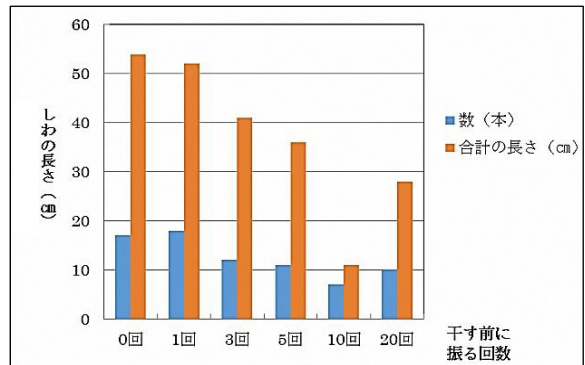
実験(6)で乾かしている際に、ハンガーがしわを発生させる原因になっているのではないかとこの疑問をもった。本実験では、3種類の形を作製しワイシャツをピンとさせるハンガーの形を

実験した。

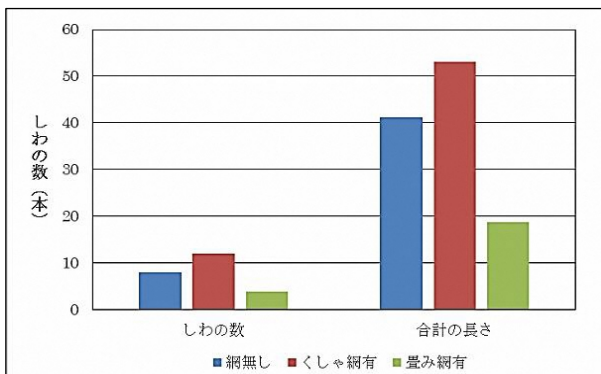
3 研究の成果とまとめ



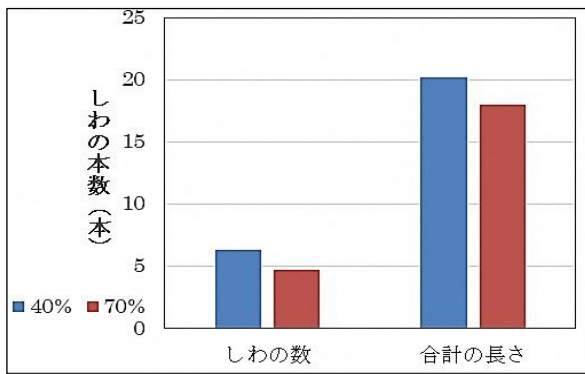
【図1】洗濯後、干すまでの時間としわの関係



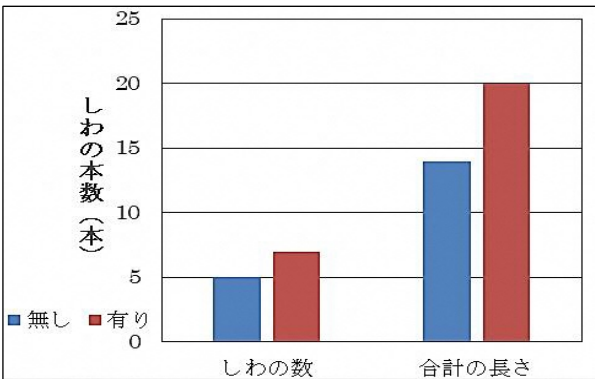
【図2】干す前に振る回数としわの関係



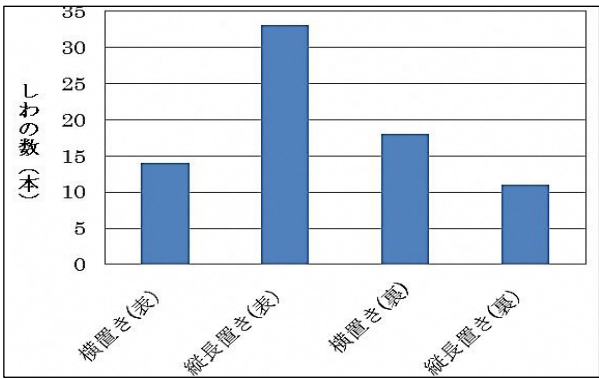
【図3】洗濯網としわの関係



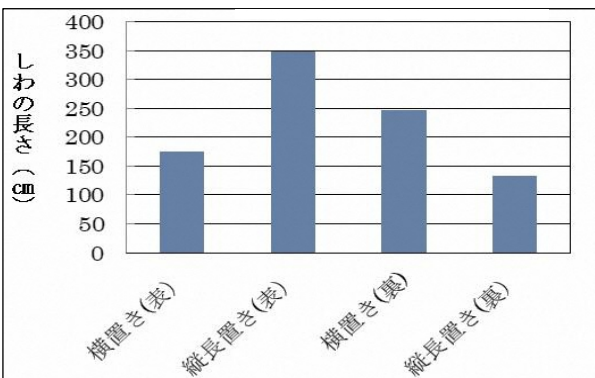
【図4】湿度としわの関係



【図5】扇風機としわの関係



【図6】畳み方としわの数の関係

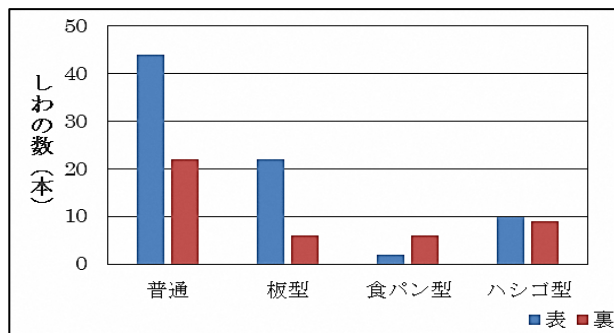


【図7】畳み方としわの長さの合計の関係

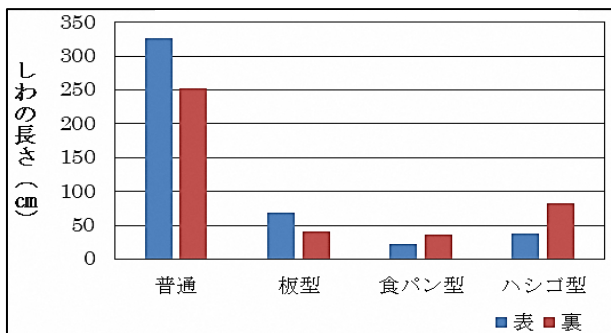


板型 食パン型 ハシゴ型

【資料1】ハンガーの形



【図8】ハンガーごとのしわの数の比較



【図9】ハンガーごとのしわの長さの合計

上記の実験を行い、ワイシャツのしわを減らす方法と、現時点での理想のハンガーを作成し、考察した。

ワイシャツをピンとさせるためには、次のようにすると良い。

- (1) 洗濯が終了したら、時間をおかずに干す
- (2) 洗濯物を振りさばく回数は10回
- (3) 洗濯網に入れ、横置きたたみにして洗濯をする
- (4) 干す時は風を当てない
- (5) ハンガーの形状は食パン型がよい

4 今後の問題点

今回の自由研究では、いかにしわを減らし、ワイシャツをピンとさせるかに焦点を当て実験・考察を行った。論文にしわの「深さ」についての記述があったが、深さを数値化することができずに「手で伸ばせば直る程度」という表現については改善の余地がある。また、食パン型のハンガーについてワイシャツのしわが一番少ないという結果になったが、結果についての考察または検証実験が不十分なので、今後の研究につなげたい。

5 指導と助言

中学生になり、生活での困り感（ワイシャツのしわ）を様々な実験を行い、少なくしようという熱意を感じる研究である。しわを数値化するために糸糸を用いたことで分かりやすくグラフ化することができた。また、ハンガーの形状に疑問をもち自ら理想のハンガーの形について考察できた点についても評価できる。

洗濯物で気になる点は「しわ」だけでなく、臭いの元になる「菌」の存在である。

夏休みの最後の土曜日、ハンガーを研究している方からハンガーの太さについて研究していることを知ることができた。洗濯を行う上での最後の工程であるハンガーについては、①しわの少なさ、②乾燥の時間短縮（菌の繁殖を抑える）、③他の衣類での活用についてなど、現状のハンガーに改良を加えて検証することに期待したい。

(指導教員 豊岡 卓也)

アブラゼミとミンミンゼミは周期があるのだろうか??

千葉市立幕張西中学校
第3学年 岡田 心

1 研究の動機や目的

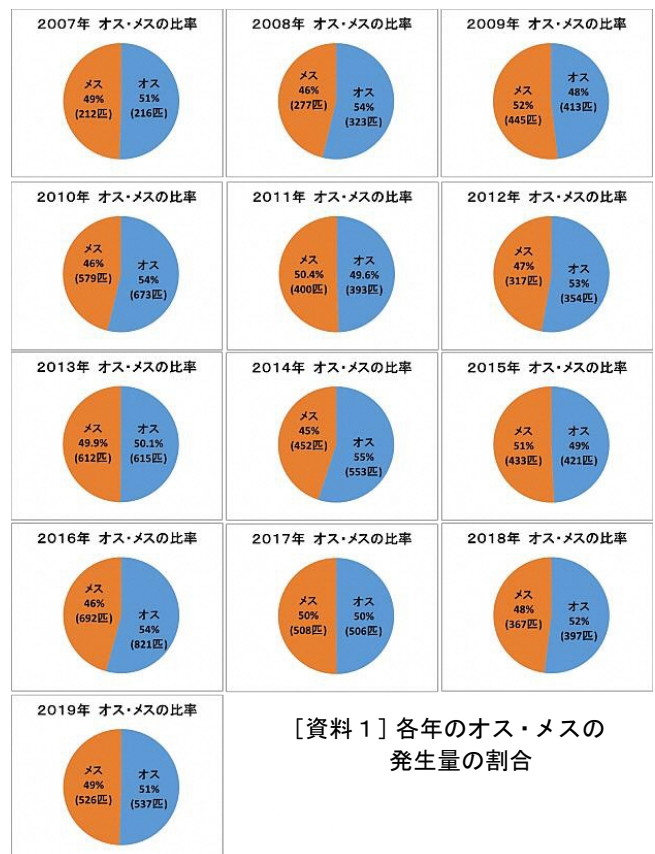
今年で13年目となる本研究は、地球上の生物が共存できる環境にするため、温暖化の指標生物である「セミ」の生態を知るという目的で始めたものである。研究を続けていく中で、セミの生態として、セミが発生する量は周期的に変化しているのではないかということに気付き、仮説を立て、仮説を立証するために調査を続けてきた。その仮説とは、「アブラゼミは3年周期で発生量が最大となる年が訪れる」、「ミンミンゼミは5年周期で発生量が最大となる年が訪れる」というものである。セミの生態を知るということ、また、仮説が正しいものだと証明するため、今年もセミの生態について調査を進めた。

2 研究の内容と方法

- (1) 自宅周辺(幕張西地区)の3つの公園で約一か月間、同じ時間帯にセミの抜け殻を採集し、その数を記録する。
- (2) 採集した抜け殻をオス・メスに分けてそれぞれの数を記録する。
- (3) 3つの公園にある樹木を記録し、どのような場所でセミが羽化する傾向があるのかを観察し、記録する。また、樹木のどの部分で羽化しているかも記録する。

3 研究の成果とまとめ

- (1) セミの種類による発生数の違いについて
幕張西地区では、アブラゼミがミンミンゼミよりも多く発生していることから都市型のアブラゼミが好む環境であることがわかった。また、過去のデータと比べると、オスは採取期間の前半に多く発生し、メスは採取期間の後半に多く発生する傾向がみられた。
- (2) セミの年度別発生数の違いについて

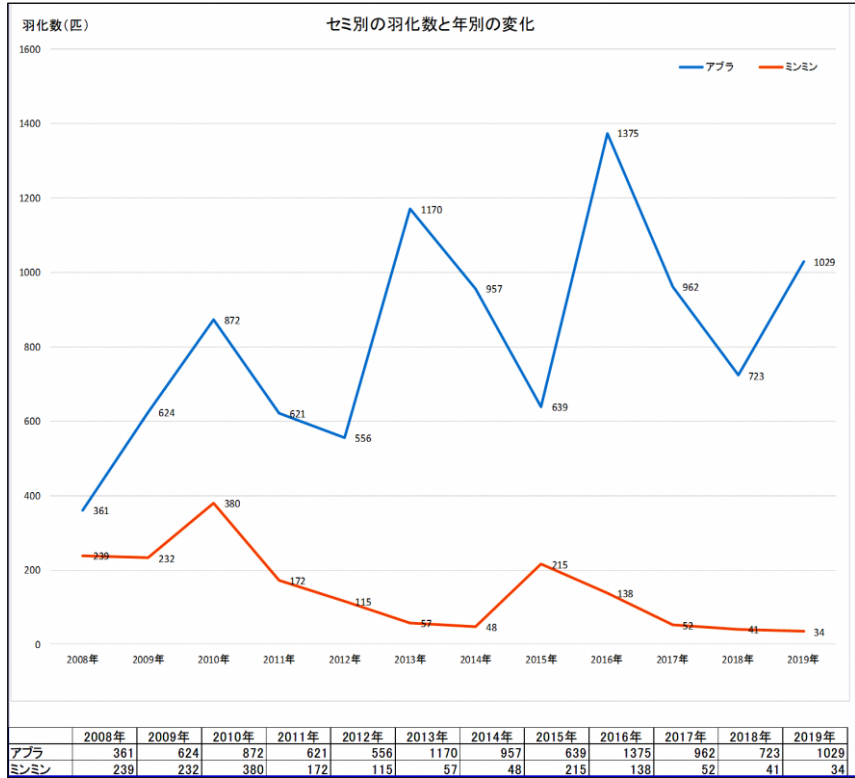


資料1より、各年のオス・メスの発生量の割合はほぼ50%になっていることがわかった。これは、種が絶えないようにオス・メスの割合はほぼ同じになっていると考えた。

(3) アブラゼミとミンミンゼミの発生量の周期的変化について

資料2より、今年も仮説通りに発生量が変化していたことがわかった。また、アブラゼミとミンミンゼミの発生量がピークになる年は必ずしも同じ年ではないということもわかった。

2010年～2019年の10年間に注目して発生量をみると、アブラゼミはピークになる年が3年ごとに3回ある。ミンミンゼミは5年ごとに2回ある。このことから、アブラゼミには3年ごとに発生量が多くなるという周期性があると考えられる。



[資料2] アブラゼミとミンミンゼミの発生量

そして、ミンミンゼミには、5年ごとに発生量が多くなるという周期性があると考えられる。

セミには発生量が周期的に変化するという特徴がある理由として、他の生物種と発生する年が重ならないようにしているということが考えられる。発生する年が重ならないようにすることで、効率よく子孫を残したり、交雑を避けたりすることができるのだろう。自然と、種を絶やさないようにセミたちは周期性をもっているのではないだろうかと考えた。

種を絶やさないということに注目して考えると、『周期の年数は素数になるのではないだろうか』という新たな仮説を立てることができる。周期の年数が素数となることで、発生量がピークになる年が重なる頻度を減らしているという可能性が考えられる。

(4) 研究のまとめ

13年間、温暖化による生態系の変化を確認するための指標生物「セミ」を調べてきた。私が住む幕張西地区は主にアブラゼミとミンミンゼミが生息していて、特に都市型のアブラゼミが好む環境であり、多くのアブラゼミが生息していることが判明した。

また、研究を始めたころは聞くことができなかったクマゼミの鳴き声が、2009年より聞けるようになったことから、クマゼミが他の地域から幕張西地区へ飛んできたということが分かった。しかし、いまだクマゼミの抜け殻を幕張西地区で採集することはできていない。数

年後に採集できるようになることを期待している。幕張西地区には生息していなかったクマゼミが現れ始めたということから、温暖化の進行やヒートアイランド現象によって関東の千葉に北上してきたということが考えられる。また、幕張西地区の近くには大きなショッピングセンターやマンションが増え、環境が変わってきたことも影響している可能性がある。

そして、本研究のテーマである「セミには周期性があるのだろうか」ということについて調査するために、天気や気温、セミの発生量など様々なデータを収集し考察してきた。過去のデータから、「アブラゼミの発生量の周期は3年周期で変化する。ミンミンゼミの発生量は5年周期で変化する」という仮説を立てることができた。今年の発生量のデータと過去のデータを見比べると、仮説通りアブラゼミは、3年ごと、ミンミンゼミは5年ごとに発生量が最大になっていた。このことから、セミの発生量は周期的に変化するという説は濃厚であると考えられる。セミの発生量が周期的に変化する理由として、以下の2つが考えられる。

1つ目の理由は、効率よく子孫を残していくためである。セミの天敵にも発生量が周期的に変化する生物がおり、その周期と重ならないように発生量が増えているのではないだろうか。天敵が多く発生する年にはセミの発生量が少なく、天敵が少ない年にはセミの発生量が多くなるように周期が決まっているのではないだろうか。

2つ目の理由は、同種で交雑を避けるために発生量が周期的に変化しているのではないだろうか。交雑を避け、種を守ろうとしているのではないだろうか。

どちらの場合でも、他の生物種と発生するタイミングが被るのを避けるためだと考えられる。これは自然界の中で自らの種を守り、絶やさないように進化してきた結果ではないだろうか。

4 今後の展望

種を絶やさないようにするということと、アブラゼミは3年周期、ミンミンゼミは5年周期で発生量が最大に達するという仮説から、新たな仮説を立てることができる。それは、『発生量の周期的な変化の年数は素数になっている』ということである。アブラゼミ3年周期、ミンミンゼミは5年周期だと、約15年に一回の頻度でしか周期が重ならない。周期の年数が素数になっていることで、重なる頻度を減らしているのではないだろうか。セミの発生量は周期的に変化しており、その年数は素数になるという仮説が立てられたことは、指標生物であるセミの生態を知るという目的に一歩前進できたことだろう。この仮説が正しいことを証明するために、また、地球上の生物が共存しやすい環境にするため、いまだ解明されていない指標生物「セミ」の生態を知るために引き続き研究を続けていく。

5 指導と助言

研究レポートの書き方やデータのまとめ方、グラフの効果的な利用について指導をした。仮説を証明するために調査を行い、データを整理して、結論を導き出している。

(指導教諭 大和田 智弘)

レースのカーテンの向こうはなぜ見えづらいのか。

千葉市立小中台中学校
第2学年 持齋 瑠々果

1 研究の動機や目的

小学校5年生のとき、レースカーテン越しの景色(図1)が見えづらいことに疑問を感じ研究を行った。ここでは、カーテンの白い繊維が太陽光と蛍光灯の光を乱反射し、錯視を引き起こしているという仮説が有力だと結論づけた。

しかし、その研究の中で「人間の感覚とカメラの撮影記録にずれがあること」、「レースカーテン越しに見る風景には、ピントがずれるような奇妙な違和感があること」が疑問として残った。この2つの疑問が錯視のみに起因するものか、他にも原因があるのか解明するために研究を進めることにした。



[資料1] レースカーテン越しの風景

2 研究の内容と方法

(1) 文献調査

カメラレンズと眼球の構造に違いがあるのか、レースカーテンに似たような錯視図形がないか、ピントがずれるような奇妙な違和感はレースカーテンのみに生じるものなのかについて文献調査を行った。

(2) 検証実験1 レースのカーテンが目の錯覚を起こさせる可能性を確かめる実験

レースカーテンが錯視を引き起こす可能性について、表計算ソフト「エクセル」の図形機能を使って、白～黒まで5段階の明るさの異なるカードを作成し、明暗による見え方の違いについて検証した。

(3) 検証実験2 ピントが合わないような奇妙な感覚になる原因を探る実験

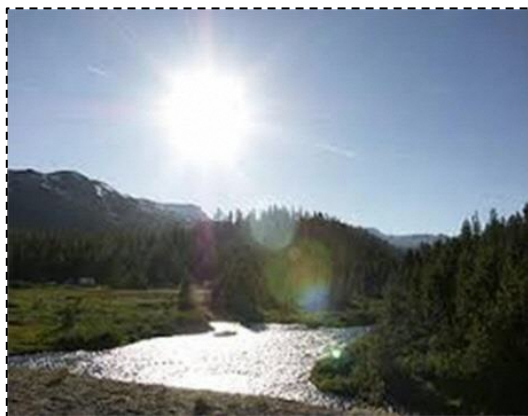
レースのカーテンは約1mmの小さなひし形が無数に整列している図形と考えられる。そこで、レースのすき間を通過する光はどのように進むのか、開設する場合はどのくらい横方向の広がりがあるのか、スリット（幅0.5mm、1.0mm、1.5mm、2.0mmの4段階）を自作して検証を行った。

3 研究の成果とまとめ

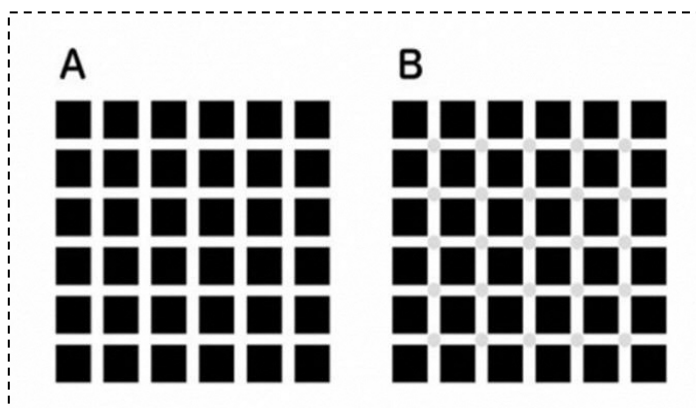
(1) 文献調査より

眼球構造と異なり、カメラレンズ表面には多層の光学的コーティングが塗布されており、レンズ表面の乱反射を抑えていることが分かった。また、人間の目では、乱反射光が強い場合、画像がよく見えなくなってしまう「レンズフレア現象」（資料2）が眼球内部で生じていることが分かった。これにより、カメラ越しの写真記録と肉眼で見る景色に差が生じることが分かった。

次に、錯視図形の文献調査を行った結果、レースカーテンの形状と類似している錯視図形として「ハーマンガリッド」（資料3）を見つけた。この錯視図形は、タテヨコの白い線の交点に、灰色の円のようなものを「感じてしまう」というものである。レースカーテンのように同じ図形が整然と並ぶ模様では、目の錯覚が起こるのではないかと仮説を立て検証実験を試みた。



【資料2】 レンズフレア現象

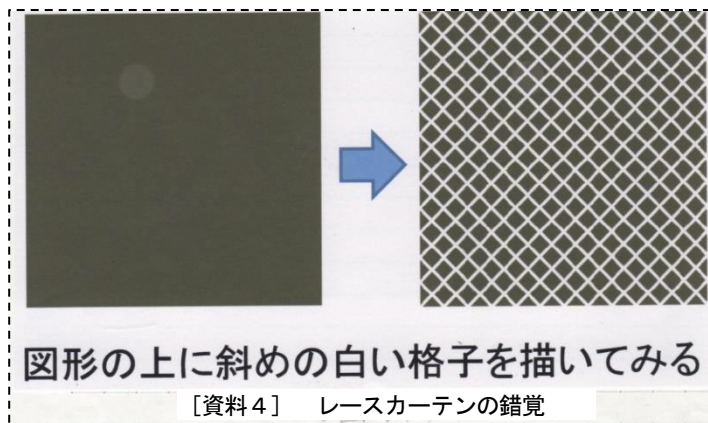


【資料3】 ハーマンガリッドの錯視図形

また、ピントが合わないような奇妙な感覚は、レースのカーテンだけで起こる現象だという点に着目し、レースカーテンの構造について詳しく調べた。その結果、光の回折現象が関係していることを見出し、スリットが光の回折にどれだけ影響を及ぼしているのか検証実験から考察した。

(2) 検証実験1より

ある図形の上に格子模様を重ね書きすると、格子模様の影響で目の錯覚が起こり、模様の下にある図形が見えにくくなることが分かった。これより、繰り返しの格子模様があると、人間の目には錯覚が起こることが考察できた。本研究では、この現象を「レースカーテンの錯覚」（資料4）と名付けた。

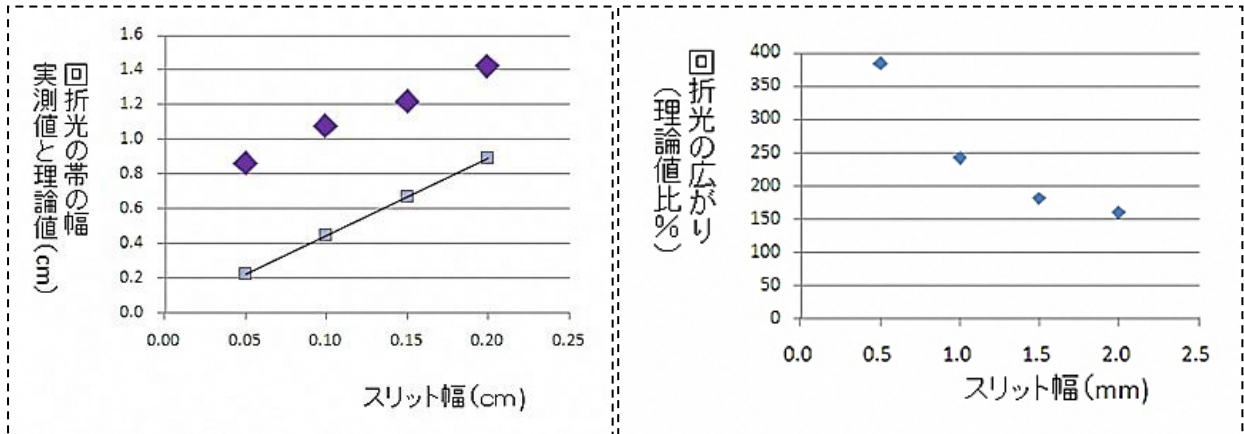


図形の上に斜めの白い格子を描いてみる

【資料4】 レースカーテンの錯覚

(3) 検証実験 2 より

スリット幅を 1mm にした場合、通過した光は、およそ 200% も広がることが分かった。(図 1) これは光の回折によるもので、レースカーテン越しに物体を観察しても半分の画像情報が目に入っていないことを意味している。この光の回折現象が、ピントがずれるような奇妙な違和感に関係しているのではないかと考えられる。



[図 1] スリット幅と回折光の広がりの関係

(4) まとめ

今回の研究で、人間の眼球内部で生じるレンズフレア現象、レースカーテンの錯覚、光の回折現象が複雑に組み合わせられて、レースカーテンの反対側の風景が見えづらくなっていることが分かった。

4 今後の問題点

実験開始時点では、光の回折などの単純な理論で説明できると予想していたが、研究を進めるうちに錯覚など物理現象だけでなく、脳の認識も関係しており、非常に複雑な現象であることが分かった。

次の研究では、さらなる原因について調べるとともに、今回調査したレンズフレア現象、レースカーテンの錯覚、光の回折現象がレースカーテン越しの風景にどれほど影響を及ぼしているか調査してみたい。

5 指導と助言

普通の授業や実験でも大切にしている PDCA のサイクルをよく実践している。また、着眼点や発想がとてもユニークであり、発展性のある内容なので是非研究を続けてほしい。

(指導教諭 岡 佑太郎)

そんなバナナ！？パート2 ～バナナを甘くする方法～

千葉市立緑が丘中学校
第2学年 宮坂 直太郎 宮坂 賀子

1 研究の動機

僕はバナナが好きで小学校2年生のときからバナナの実験・研究を続けている。これまで研究してわかった結果を利用して、さらに深く調べようと考え、今回の実験を始めた。

2 研究の方法

バナナを皮がある状態とない状態で比較して違いを調べた。また、バナナの部位(根本・中間・先端)ごとに違いがあるかを調べた。

方法1：バナナの糖度を糖度計で測定する。

方法2：バナナの塩分を塩分計で測定する。

方法3：バナナのpHをpH試験紙で測定する。

方法4：バナナの細胞を顕微鏡で観察する。

方法5：バナナのごく食物繊維を電子天秤で測定する。

3 研究の結果

方法1：糖度の結果

先端・中間・根本の部位の中では、先端が一番糖度が高い。また、糖度は電子レンジで温めるときが一番糖度が上がった。皮なしと皮ありでは、皮なしの方が糖度が上がりやすい。反対に皮ありは糖度があまり変化しない。

方法2：塩分の結果

昨年の実験結果同様、変化がなかった。バナナの部位(先端・中間・根本)で違いを調べたが、特に変わったことはなかった。昨年の実験結果を裏付ける結果となった。

方法3：pHの結果

観察していくにつれて、少し酸性に近づいたのは、「オープン15分」と「紙袋リンゴ有り(皮有り)」と、「紙袋リンゴなし(皮有り)」だった。

方法4：細胞の観察の結果

早く甘くする実験では、初日と7日目を比べると、細胞の繊維が太く、丸々と膨らむ。バナナの先端・中間・根本のいずれも、繊維は太くなる。また繊維が太くなるにつれて糖度も上がっていく。バナナを長持ちさせる実験では、甘くする方法に比べて、繊維が細く、糖度も上がらない。

方法5：食物繊維の結果

皮なしと皮ありで比べると、皮がある方が繊維の量が多いように思えたが、結果を見ると食物繊維の量に差が出なかった。また、バナナの各部分によって食物繊維の量に差が出るかと予

想したが、どの方法でも7日後に残る食物繊維の量はばらばらで、共通していることを見いだすことができなかった。

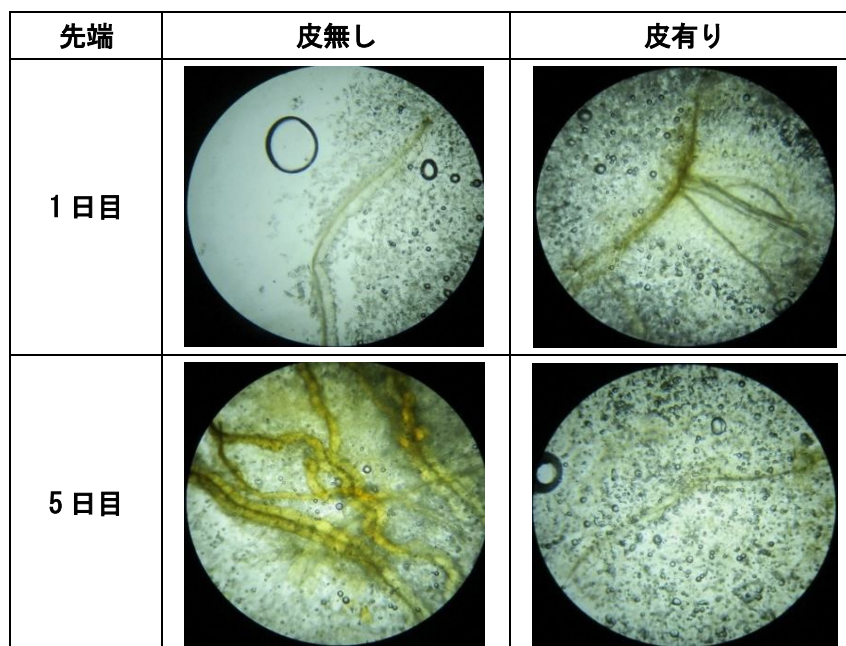
4 考察

観察していくにつれて少し酸性に近づいたのは「オープン 15分」と、「紙袋リンゴ有り（皮有り）」と「紙袋リンゴなし（皮有り）」だった。

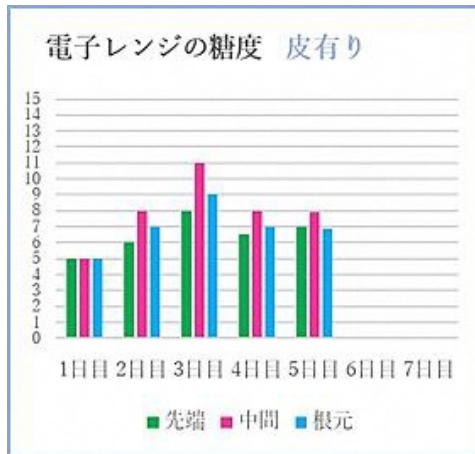
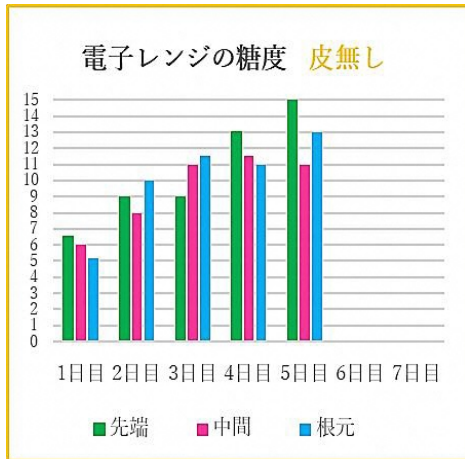
バナナの先端・中間・根本のいずれも繊維は太くなる。また繊維が太くなるにつれて糖度も上がっていく。皮つきと皮なしを比較すると、皮なしの方が繊維が太くなり、皮ありの方が繊維は太くならない。そして日が経つにつれて皮有りの方が細胞がふやけている。バナナの部位については先端・中間・根本のどの部分でもふやけていた。バナナを長持ちさせる実験では甘くする方法に比べて繊維が細く、糖度も上がらない。

5 研究のまとめ

糖度が高くなるにつれて細胞の繊維が太くなっていく。繊維はそのまま太くなるが糖度は5日目を過ぎると低くなっていくことがわかった。また、pH は6から4にまで変化した。これらのことから、糖分が分解されて別の物質(腐って酸っぱいにおいの発生する物質)になったと考えられる。また、バナナの部分別に見てみると、先端の糖度が一番高くなりやすく、根本の方が糖度が高くなりやすいことがわかった。



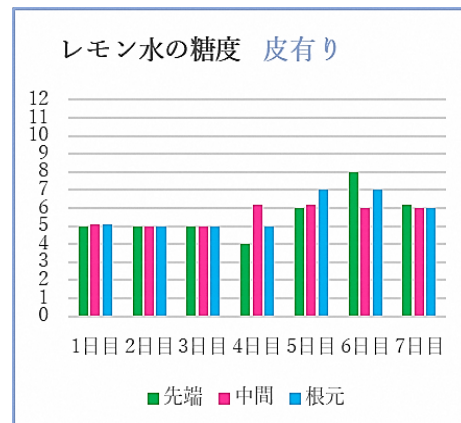
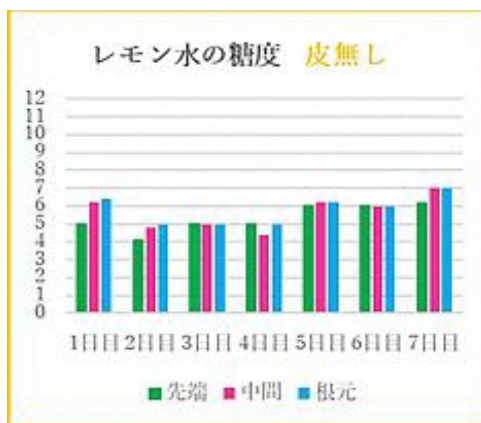
〔資料1〕電子レンジの細胞の様子(細胞の繊維が太くなる様子がわかる)



[資料2] 電子レンジの糖度の比較

先端	皮無し	皮有り
1日目		
7日目		

[資料3] レモン水の細胞(細胞の繊維があまり太くならないことがわかる)



[資料4] レモン水の糖度の比較

6 指導と助言

バナナについて研究したいという生徒の疑問を尊重しながら指導を行った。1つ1つ丁寧に実験し、糖度変化と細胞の様子を明らかにした点で評価できる。

(指導教諭 加藤 太一)

金属めっきスチールウールを用いた水蒸気改質による水素の生成

千葉市立都賀中学校

第2学年 吉岡 稟音 西川 結衣 武居 里沙 松村 あかり

1 研究の動機

現在私たちの暮らしにおける重大な課題としてエネルギー問題があげられる。日々、発電などに化石燃料が大量に使用されている。しかし、その化石燃料は採れる量が限られている。そこで、「水素」に注目した。水素は水の分解で発生させることができる。さらに、燃やした際には水しか発生しない。このことから、水素はとてもクリーンなエネルギー源である。

しかし、問題点もある。前述した水の分解による水素の発生は電気を必要とする。その電気を作るために化石燃料に頼ってしまっは元も子もない。そこで我々は電気を使用しない水素の発生方法について研究に取り組んだ。

2 研究の内容と方法

電気を使用しない水素の発生方法として、「水蒸気改質」に着目した。水蒸気改質とは、一般的にはメタンを用いて水を還元させることにより水素を発生させる電気を必要としない水素の発生方法である。しかし、メタンを用いた水蒸気改質では多量の二酸化炭素が排出されるため環境負荷は大きい。

そこで、メタンの代わりに金属を用いて簡単に水素を発生させる方法を研究した。実験に用いる金属は、スチールウールに水酸化ナトリウムを用いてめっきを行うことで条件を統一した。めっき方法に水酸化ナトリウムを使用した主な理由は、めっきに電気を使用しないためである。

予備実験で実際に水蒸気改質を行い水素の発生の有無を調査したのち、以下の実験によりめっきした金属により水蒸気改質にどのような変化がみられるか実験した。

実験1：亜鉛めっきスチールウールによる水蒸気改質の検証

実験2：アルミニウムめっきスチールウールによる水蒸気改質の検証

実験3：マグネシウムめっきスチールウールによる水蒸気改質の検証

実験4：鉛による水蒸気改質の検証

実験5：ニッケルによる水蒸気改質の検証

<実験に使用した器具>

- ・ガスバーナー ・ニッパー ・トーチバーナー ・放射温度計 ・三脚 ・蒸発皿 ・豚革手袋
- ・ろうと ・水槽 ・坩堝ばさみ ・金網 ・シャーレ ・金床 ・薬さじ ・試験管 ・金づち
- ・ピンセット ・三角フラスコ ・ガラス管 ・スタンド ・ゴム栓 No. 6, No. 2
- ・メスシリンダー 10m l、100m l ・石英ガラス管（耐熱ガラス） $\Phi 20 \times 100$ mm
- ・シリコン栓（耐熱性のもの）No. 6 ・シリコン管（耐熱性のもの）外径 7mm 内径 5mm

3 研究の成果とまとめ

亜鉛、アルミニウム、マグネシウムはスチールウールにめっきができた。鉛とニッケルは、無電解では、めっきができなかったため、直接水蒸気をあてることで水蒸気改質を行った。鉛、ニッケルによるめっきが出来なかったのは、スチールウールに化合されずに固まってしまったためである。

水蒸気改質で集めた気体にマッチを近づけると、音を立てて燃えたことから水素を生成することができた。



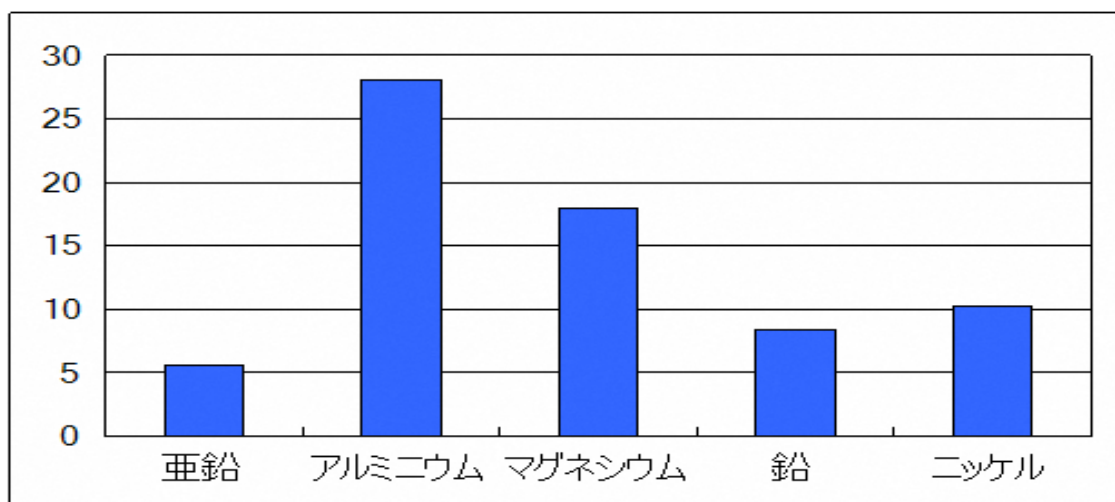
[図1] 実験装置



[図2] 加熱水蒸気による水蒸気改質の様子

[表1] 水蒸気改質により発生した気体の体積 (mL)

亜鉛めっき	アルミニウムめっき	マグネシウムめっき	鉛	ニッケル
5.6 mL	28.0 mL	18.0 mL	8.30 mL	10.2 mL



[図3] 発生した気体の体積

[表 2] めっき時のスチールウールの表面温度

	亜鉛	アルミニウム	マグネシウム
5 分	72.6°C	33.0°C	83.1°C
10 分	89.2°C	34.9°C	65.1°C
15 分	81.4°C	36.4°C	87.4°C
20 分	93.1°C	35.3°C	68.9°C
25 分	85.0°C	34.3°C	84.3°C
30 分		34.1°C	75.5°C
35 分		31.6°C	

5つの金属を水蒸気改質した結果、アルミニウムが一番効率よく水素を発生させた。亜鉛については、水素の発生量が他の結果と比べて非常に少なかった。

今回の実験で、水素を一番多く発生したアルミニウムだが、文献調査でアルミニウムの製造方法を調査すると、主に電解精錬をしていることが分かった。よって、今回の実験で、アルミニウムの水素の発生量は多かったが水素社会の実現をするためには、アルミニウムは製造方法で「電気を使用しない」ことを重視する必要があると考えた。

4 今後の課題

今回の研究の一番の反省点は規則性を見つけられなかったことである。条件をそろえることなどをもっと重視すれば、めっきさせる金属の違いによる比較をより深く研究することが出来た。

実験に使用する金属の種類を増やし鉛とニッケルのめっきが出来なかったことから、他のめっきの方法を見つけ、研究を進めていく必要がある。

実験量が多いため、実験器具の耐熱性、及び安全性に関してより最善の注意を払い、効率良く研究を進めるべきだと考えた。

これからこの研究を発展させていくにあたり、めっきの実験、水蒸気改質では火力をそろえることが困難だったため、工夫をしなければならないと考えた。

水蒸気改質で 40 秒ほど加熱すると圧力がかかり、シリコン栓がはずれてしまったため、少ない量の水素しか集めることが出来なかった。よって今後、栓が外れないようにする工夫が必要である。

5 参考文献

- ・国立天文台『理科年表』丸善出版株式会社 2017 年
- ・HONDA 賞「銅による水蒸気改質及び酸化銅の水素還元」
千葉大学附属中学校 教諭 石飛光隆 <https://ed.lne.st/2016/03/03/honda-h2-kit/>
- ・関西電力株式会社 <https://www.kepco.co.jp>
- ・国立研究開発法人 土木研究所 <https://www.pwri.go.jp/>

6 指導と助言

耐熱ガラスの入手方法と、対照実験となるように助言した。また、高温を用いることと、高圧が生まれてしまう可能性があったために、安全管理を心がけられるよう指導した。

(指導教諭 石飛 光隆)

ピアノにおける打鍵エネルギーの違いと響きの関係について
～倍音を豊かに響かせたい～

千葉市立打瀬中学校
第3学年 檜村 心春

1 研究の動機や目的

ショパン国際ピアノコンクールの優勝者チョ・ソンジンのショパンのエチュードの演奏を聴いていたとき、ピアノ独奏であるにも関わらず、オーケストラが演奏していないと知って驚いた。ピアノで実際に弾いていない音が聴こえてきたのです。弾いていないはずの「ソ」の音が強く響き続け、それ以外の和音もバイオリンをはじめとする弦楽器奏者達が共に演奏する姿が目に見えかかってくるようであった。ピアノの独奏でこれほど壮大な響きや、多彩な表現が可能であることに驚き、とても感銘を受けた。

私は4歳からピアノを習い始め、毎日のようにピアノを弾いてきた。しかし、自分の鳴らした音の他に音が鳴っていることを、ほとんど意識したことはありませんでした。私の演奏の課題の一つは、ホールでの演奏時の「音の響きの強さ・豊かさ」です。いつも「強い指先で」「しっかり鍵盤の底まで」と指導されるが、速いパッセージを弾くときなどはどうしても鍵盤を深く打鍵することができずに浅いタッチになってしまう。

実際にはピアノで弾いていないが、鑑賞していた私が聞いた「ソ」の響きの正体は「倍音」というものだとわかった。どうしたらピアノでこのような「倍音」を豊かに響かせることができるのか、打鍵の仕方で響きがどう変化するのかを調べてみたいと考え、本研究に取り組んだ。

実際ピアノは、手で直接鳴らすのではなく、ピアノの中のハンマーが弦を叩くことによって音が鳴るのだから、物理的には音色や響きは変えられないという意見も多くある。しかし、たとえ同じ人が演奏していても、曲や場面によって音色が異なる演奏をたくさん聴いてきた。コンクールなどでたくさんの人が同じピアノを弾く場合でも、全く同じ楽器・条件（ホールなどの音響）であるにも関わらず、弾く人によって音色や音は全く違うのである。

音の周波数等を計測できるフリーソフトを使って、鍵盤にかかる力やエネルギーまた打鍵の速度などの違いによって響きが変わるのかどうか、またどのような打鍵をするとより豊かな響きの音色、より豊かな倍音を鳴らすことができるのか。今回はこの「倍音」に着目して、検証することにした。

2 研究の内容と方法

(1) 文献調査 倍音について

私たちがピアノから特定の振動数の音を聞くと、そこには別の振動数も含まれている。世の中に存在するさまざまな音、人の話し声、風や雨、カミナリ、騒音等、すべての音には必ず無数の「倍音」というものが含まれている。

音には「大きさ」「高さ」そして「音色」という3つの要素があるが、このうち「音色」を決める重要な要素が倍音の構成となる。

基本となる音、基音の周波数の「整数倍のサイン波（これらは無限に存在します）」等を「倍音」とよび、この倍音の含まれ方の違いが音色の違いとなる。楽器などの「音色」を表現するのに「柔らかい」、「硬い」、「尖った」等、さまざまな言い回しを使うが、同じラの音であっても楽器ごとに倍音の構成が異なり、それが音色に影響している。

(2) 実験の内容

- ①overtone analyzer というソフトを使って、家で使っているグランドピアノの音を分析する。
- ②音が鳴り始めてから、一番振幅が大きいとき（波形でX軸から一番遠い点を打つ瞬間）が一番大きい音が鳴っている瞬間だと判断し、その瞬間の倍音の構成や最大の周波数・音の強さ（＝その瞬間に一番大きく鳴っている音の強さ：最高が0dB でマイナス表示、0に近いほど大きい音量と判断）を比較することにする。

(3) 実験の方法

実験 1

- ①鍵盤に異なる重さの力を加えて、音の響き方・倍音の構成を調べる。
- ②さらにエネルギーを大きくするため、同じ重りを使い、1cm の高さで手をはなして調べる。

実験 2

鍵盤の簡易モデルを作成して、いろいろな高さから鍵盤に 50g の物体を落とし、音の鳴り方を調べる。運動エネルギーを求める式から、打鍵時の速度も求めることにする。

実験 3

実際に指で打鍵して、どのような打鍵の方法（①指の角度、②ペダルの使い方、を変える）が鍵盤により大きなエネルギーを伝えることができるか、倍音の構成が豊かになるかを調べる。

実験 4

フルコンサートピアノ「ファツィオリ」を使い、実験 3 と同じように打鍵時の指の角度、打鍵の強さを変えて響き方を調べる。

3 研究の成果とまとめ

(1) 実験の考察

実験 1 より得られた結果は、[資料 1]のとおりである。

	フックが鍵盤に触れた状態で手をはなす			高さ (0.001m) で手をはなす		
	音の強さ	倍音の数	最大周波数	音の強さ	倍音の数	最大周波数
おもり						
500g	-26.6dB	7	1831Hz	-26.6dB	7	1831Hz
1kg	-21.7dB	10	2355Hz	-21.7dB	10	2355Hz
1.5kg	-22.9dB	8	2093Hz	-22.9dB	8	2093Hz
2kg	-20.7dB	12	3140Hz	-20.7dB	12	3140Hz
2.5kg	-20.4dB	12	3140Hz	-20.4dB	12	3140Hz

[資料 1] 実験 1 の結果

この実験により、重さが増し打鍵時のエネルギーが増えるほど大きい音になり、倍音の数も多く、最大周波数も高くなっていることがわかった。打鍵のエネルギーと音の大きさや倍音構成の豊かさはほぼ比例の関係にあるといえる。



[資料 2] 実験 2 で作成したモデル

実験 2 において作成した鍵盤の模型を資料 2 で示す。また、この実験により得られた結果は資料 3 のとおりである。

落とす高さ	位置エネルギー	打鍵時の速度	音の強さ	倍音の数	最大周波数
10cm	0.05	約 1.4m/s	小さい	少ない	6864Hz
20cm	0.1	約 2.0m/s	↓	やや少ない	14379Hz
30cm	0.15	約 2.4m/s		やや多い	14110Hz
40cm	0.2	約 2.8m/s		大きい	多い

[資料 3] 実験 2 の結果

実験 2 より、鍵盤モデルにおいても、打鍵時のエネルギーの強さや打鍵の速度は、音量や倍音の構成の豊かさ

に比例することがいえる。

実験3における結果は[資料4]となり、打鍵の方法によっても、倍音の構成が変わることがわかった。強い打鍵と手前に引っかく打鍵でも違いがあり、手前に引っかくような打鍵の方が倍音の構成が豊かになることがわかった。重力だけではなく引っかくという動作が加わると打鍵の速度が増し、鍵盤に効率よくエネルギーが伝わると考えられる。

		音の強さ	倍音の数	最大周波数
指を鍵盤に垂直に	弱く	-20.9dB	13	3401Hz
	強く	-16.7dB	19	5494Hz
	手前に引っかく	-17.7dB	18	5233Hz
指を鍵盤に対して45度	弱く	-23.5dB	9	2355Hz
	強く	-18.5dB	18	5233Hz
	手前に引っかく	-16.3dB	18	5233Hz
指を鍵盤に寝かせる	弱く	-24.0dB	13	3663Hz
	強く	-16.2dB	20	6541Hz
	手前に引っかく	-15.0dB	22	7326Hz
打鍵と同時にペダル ペダルを踏んで打鍵 打鍵してからペダル		-20.6dB	14	3663Hz
		-18.3dB	16	5233Hz
		-23.1dB	13	3401Hz

[資料4] 実験3の結果

実験4における結果は[資料5]のとおりである。この実験により、フルコンサートピアノの方が、家のピアノよりもずっと豊かに響くと予想していたが、全体的な倍音の数や最大周波数があまり高くないことが分かった。また、ピアノの横で録音したものと、ホール中央で録音したもので波形が違い、興味深い結果となった。[資料6]

		音の強さ	倍音の数	最大周波数
指を鍵盤に垂直に	手前に引っかく	-16.1dB	14	4186Hz
鍵盤に対して45度	手前に引っかく	-14.5dB	14	4186Hz
指を鍵盤に寝かせて	手前に引っかく	-15.0dB	13	4186Hz
自己流	一番響かせるつもりで		14	4186Hz
父			17	6017Hz

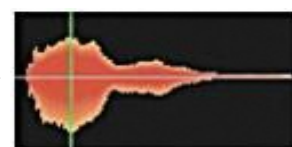
[資料5] 実験4の結果

(2) 研究のまとめ

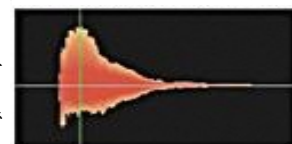
- ① 打鍵のエネルギーが大きいほど、音量も大きくなり、倍音の構成も豊かになる。
- ② 打鍵の方法（鍵盤に触れる面積やタッチの仕方などによる打鍵の速度、力の伝わり方）によっても、倍音の響き方が変わる。

今回の研究から、鍵盤に触れる面積はより大きく、手前に引っかくような打鍵で、体全体を自由に使って打鍵するのが良さそうだ。ペダルに関しては、できる限り先に踏んでから打鍵する方が良さそうだ。また、運動エネルギーの公式から鍵盤により効率よくエネルギーを伝えるには、力（質量）よりも打鍵速度を速くすることを意識するのが良いだろう。

ホールでうまく響かせられずこもった音になってしまうという演奏の課題があったが、今回の研究で効率よくエネルギーを伝える方法が少しわかってきてとても有意義だった。



ホール中央で録音した波形



ピアノの横で録音した波形

[資料6] 波形の違い

4 今後の問題点

音色を作る要因は、打鍵方法や強さだけでなく、打鍵時に出るノイズやホールの音響、指先のどこで触れるか、鍵盤から離す時の速度など他にも本当に様々な要因が複雑に関係している。もっといろいろな打鍵方法（タッチ）を研究して、輝くような明るい音色、澄んだ音色などたくさんの音色を出せるようになることが今後の課題である。

5 指導と助言

ピアノの音の豊かさを具体的な周波数による倍音に着目し、定量的に比較を行った。音声解析ソフトを活用し、数字だけではなく、画像として音の比較を行うことにより、正確な比較を行うことができた。実験結果を深く考察することで、的確な実験の結論を導き出している。

(指導教諭 西井 康士郎)

目指せ！ピカピカ！！光る泥団子の研究 PART 2

千葉市立稲毛高等学校附属中学校
第3学年 伊藤 菜沙

1 研究の動機・目的

昨年、硬くてよく光る泥団子をつくるため、中心の土と磨きを使う素材や磨き方に注目して研究を行った。今年度は中心の土のまわりに付ける皮膜（さら粉）の種類や、寝かしの条件を変えて実験を行い、昨年より硬くてよく光るだけでなく、日持ちする泥団子の制作を試みた。

2 研究の内容と方法・結果・考察

泥団子の作り方には以下の4工程がある。

- (1) 土台作り（中心の土）
- (2) 皮膜作り（さら粉）
- (3) 寝かし
- (4) 磨き



【資料1】 泥団子の様子

昨年、(1) 土台作り、(4) 磨きについて調べた。今年は(2) 皮膜（さら粉）づくりにおいてどのような物質を使えば硬く、よく日持ちするのか。(3) 磨きについて、どのような環境で寝かせ、磨けばよく光るのかを目的として以下のような実験を行った。

i 実験1 いろいろな種類のさら粉で泥団子を作り、適した物質を選択する。

方法：森の土、砂場の土、海辺の土、荒木田土、片栗粉、炭酸Caの6種のさら粉で泥団子をつくる。

結果：光って日持ちするのは森の土。硬いのは荒木田土。

ii 実験2 さら粉の土の種類により違いが出る理由を調べる。

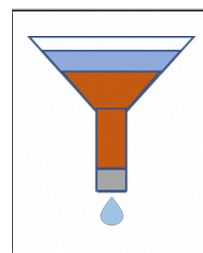
方法：それぞれのさら粉の性質を以下の3観点で調べる。

- ① 粒度の測定 (0.7mm、0.3mm ふるいで分別)
- ② 水の透過性、保水力
- ③ 粘り気

結果：

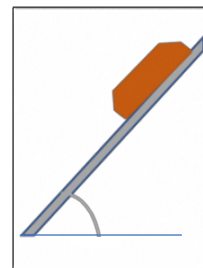
- ① 光った土2つ（森の土、荒木田土）の粒の大きさが不均一だった。
- ② 森の土は水の透過性と保水力が高かった。荒木田土は保水力が低かった。
- ③ 硬い泥団子ほど粘り気が強かった。森の土は弱かった。

考察：



【水の透過性】

あらかじめ天日に干した土、50gをろうとに入れ、50gの水を注ぐ。3分間の間にろうとから出てきた水の量を測定する。



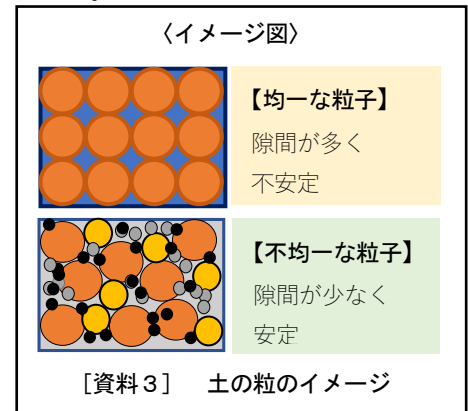
【粘り気】

アルミニウムの板に100cm³の完全にぬらした土を置き、上から50mlの水をかける。アルミニウムの板を60°に傾け、滑り落ちた土の様子を観察する。

【資料2】 水の透過性と粘り気について

- ① 粒の大きさが不均一な土の方が光るのではないかと。
- ② 泥団子の中の水分が均一に広がっていると光る。そのため、水の透過性が高い森の土はよく光った。急激に乾くとひび割れを起こすが、森の土は保水力が高いためこれを防ぎ、日持ちしたのではないかと。ただ、泥団子が乾燥すれば土の粒がよりくっつき、硬度が増すので保水力の低い荒木田土は硬くなったのではないかと。
- ③ 粘り気が強いほど土同士がくっついて硬度が増すのではないかと。しかし、水分が全体に広がりにくくなるため粘り気が強い土は光らなくなるのではないかと。

②の考察の検証実験として、粒度が均一なさら粉と不均一なもの二種で泥団子をつくり比較した。すると、よい泥団子を作るには粒の大きさが揃っているより不均一の方が適していると分かった。粒度が不均一な土は、大きな粒がつくる隙間にさらに小さい粒が入り、均一な土より密に詰まり、泥団子の表面がより滑らかになる。よって、不均一な土で作られた泥団子はより光ったのだと考えた。



iii **実験3** どのような寝かしの環境にすればよく光るか調べる。

方法：寝かしの湿度(15、45、75%)、気温(4、28、40℃)、時間(3、24、48時間)と条件を変えて泥団子を作り、適した寝かしの環境を調べる。

結果：高温多湿で寝かしの時間が短時間なほど、光るものが多かった。乾燥している泥団子ほど光らなかった。

考察：寝かすときに泥団子の水分が多く残されているほど光るのではないかと。

iv **実験4** 実験3の結果より、寝かしの時間を変えて最適の条件を探す。

方法：寝かしの時間を3時間より短くして泥団子を評価する。また、泥団子の断面を拡大鏡で観察する。さらに寝かし前後の泥団子の重さを計測する。

結果：光具合は寝かしの時間に比例した。また寝かしなしの泥団子の断面は、土の粒同士の中に亀裂や空間があり、水が完璧に分散されていなかった。しかし、時間が経つにつれて、土に水分が均一に分散していった。重量は変わらなかった。

考察：泥団子の中の水分がなるべく保たれ、さらにそれが均一に広がっている状態だとよく光ると考えられた。

v **実験5** 磨きの条件を変えて泥団子を作り、最適の条件を探す。

方法：磨く時の湿度を45、60、80%と変えて泥団子を作り、適した寝かしの環境を調べる。

結果：60%で磨いたものが良く光り、硬く、日持ちもした。80%は磨いている途中から表面が湿ってきた。

考察：土台の土が縮むことによって、先に乾いていた皮膜はひび割れをおこしてしまう。湿度の高い場所で磨いたものは水分を多く飛ばさずに済んだために、これを防ぐことができ、日持ちしたのではないかと。また水分を多く保っているとよく光るため、光ったのではないかと。しかし、80%だと空気中の水蒸気が泥団子の表面で結露して、新たな水分が泥団子の表面に付着するのではないかと。表面に水分が付くことによって表面は、なめらかではなくなり、光ら

なかったのだと考えられる。磨く時の湿度は泥団子内の水分が蒸発せず、新たな水分が付かない湿度が良いと分かった。

3 研究のまとめ

(1) さら粉について

硬い泥団子を作るのに適した条件と、日持ちして光る泥団子を作るのに適した条件は異なることが分かった。それぞれの条件は以下のとおりだと考えた。

<光り、日持ちする土の条件>

- ① 土の粒の構造は小さい粒が集まり、1つの粒のようにふるまっている。
- ② 粒の大きさが不均一。 ③ 水の透過性が高い。 ④ 保水力が高い。
- ⑤ 水を加えた時の粘度が弱い。

<硬度が高い土の条件>

- ① 土の粒の構造は小さい粒が集まり、1つの粒のようにふるまっている。
- ② 保水力が低い。 ③ 水を加えた時の粘度が強い。

これらの条件がバランスよく揃い、硬くて日持ちしよく光る土は森の土だと分かった。

(2) 寝かしについて

泥団子を寝かすことで、泥団子の中の水分が均一に広がった状態にすれば、よく光り硬くなることが分かった。また、より多くの水分を保ち、表面が温かいとよく光る。よって、以下の条件で寝かすとよく光り硬い泥団子ができると考えた。

- ① 湿度の高い場所(例：雨天)。 ② 短時間(3時間以上)。
- ③ 気温の高い場所(例：夏季 ※ただし直射日光は避ける)。
- ④ 水分が飛ばないところに入れる(ビニール袋や密閉容器など)。

(3) 磨きについて

磨くときには、泥団子内の水分が蒸発せず、新たな水分が付かない程度の湿度が適すると考えた。雨天時に室内で磨くとその条件が揃うと分かった。

(4) まとめ

光って日持ちし、硬い泥団子をつくるには、森の土を使い、高温多湿の環境で短時間寝かし、雨天時に室内で磨くとよい！！

4 今後の課題

中心の土と皮膜の土をそれぞれ違う土にして、様々な組み合わせの泥団子を作り、出来具合を調べてみるなど、他の観点からよい泥団子を作るための条件を調べたいと思った。

5 指導と助言

昨年度からの継続研究である。実験結果から、表面のさら粉に用いるのは、不均一な粒子の方が適していることが分かった。不均一な粒子は小さな粒子が間隙にはいるために隙間が少なく、表面が滑らかになりよく光ること。また、寝かしの時間や寝かすときの湿度が、泥団子に適切な水分量と、その水分が均一に広がる時間を与えていることを見出している。一つ一つの実験について中学生らしい手法を用いて行い、生じた結果について考察をし、丹念にその検証をし、そこから自分なりの仮説を論じている点が高く評価できる。 (指導教員 伊藤 祥子)

どうして靴紐はほどけるの？
～靴紐のほどけるメカニズムを調べる Part 3～

千葉市立花園中学校
第3学年 進藤 さくら

1 研究の動機や目的

私は3年間、陸上競技部に所属していた。その練習途中でランニングシューズの靴紐がほどけることがあった。そのため、ほどけないように蝶結びで結んだあとかた結びを行っていたが、これでは靴を脱ぐときに時間がかかってしまう。このような経験から、より簡単でほどけにくい結び方を知りたいと思い、1年次より「靴紐のほどけるメカニズムについて」の研究を行ってきた。

1年次の研究では、靴紐の結び方、紐の種類、靴にかかる衝撃によって、ほどけるまでの時間に差があることがわかった。また、2年次の研究では、靴紐が置かれた環境条件によって、ほどけるまでの時間に差があること、複雑な結び方をして摩擦力を上げることで、ほどけるまでの時間が長くなることがわかった。

今回の研究では、靴紐に関するアンケートを実施し、新たな靴紐研究の方向性を導き出し、紐に与える摩擦力の違い、紐の通し方の種類による緩み方の違いを明らかにすることを目的とする。

2 研究内容与方法

(1) 靴紐に関するアンケートの実施

過去2回の靴紐研究は、基本的に個人の体験に基づいて実施した。今回は、多くの人を対象とした靴紐に関するアンケート調査を行った。

(2) 紐にあたる摩擦力の違い

過去の実験では、耐久力の違いを「靴紐がほどけるまでの時間」であるとして、それが耐久力であるとして測定を行った。しかし、それでは正確な測定を実施できなかった。今回の研究では、耐久力の違いを「摩擦力」であるという視点で、比較研究を実施した。

結び方は「蝶結び」「イアン結び」「イアン・セキュア結び」の3種類を使用し、結ぶ力を5N、7.5N、10Nと変えた。それぞれの条件で各5回靴紐を引き、引き抜くときにかかる力の平均値を出して比較した。



【資料1】 普段の結び方でほどける人の割合

(3) 靴紐の通し方の種類による緩み方の違い

過去2年間は「靴紐がほどける」現象について、結び方の違いに注目して研究を行ってきた。しかし、日常で「靴紐がゆるむ」現象が確認されたので、靴紐の通し方と靴紐の緩み方について検証した。

靴紐の通し方は「アンダーラップ」「オーバーラップ」「パラレル」の3種類を使用した。また、実験方法としては、実際の靴にベルトコンベアで3時間衝撃を与える装置実験と、実際に2kmの距離を走る走行実験を行い、各紐穴の緩んだ数値を測定した。



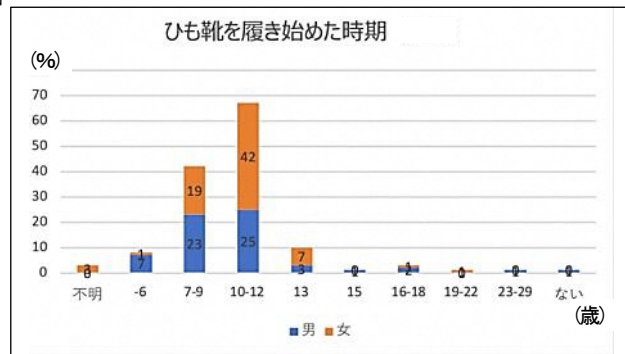
[資料3] 靴紐実験マシン

3 研究の成果とまとめ

(1) 靴紐に関するアンケートについて

① 紐靴をはき始めた時期と、普段使用する結び方

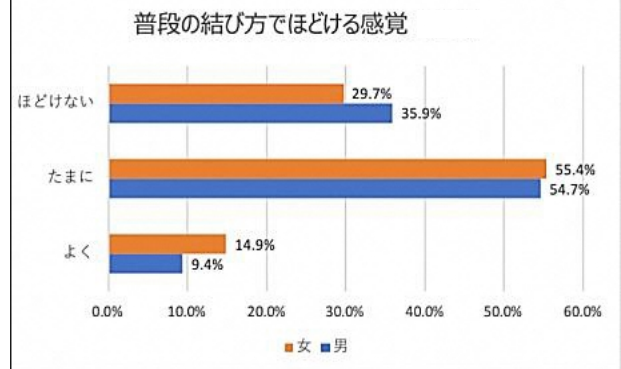
10～12歳に、はき始めた割合が最も高く、7～9歳も含めて、多くの人が小学生の時期に紐靴を履き始めていることがわかった。また、普段使用する結び方は9割以上の人が蝶結びであり、その他の人も蝶結びに工夫を加えた結び方である人がほとんどであった。



[図1] ひも靴を履き始めた時期とその人数

② 普段の結び方でほどける感覚

よくほどける、もしくはたまにほどけると感じている人の割合は7割程度と大きい。また、男女で比較すると、男性の方がほどけにくいと感じている割合が多い結果となった。これは男性の方が紐を結ぶ力が強く、きつく締められるからだと考えられる。



[図2] 普段の結び方でほどける人の割合

③ 普段の結び方以外で知っている結び方

普段の結び方以外の紐の結び方を知っていると答えたのは35%だった。しかし、知っている結び方の内容を見ると「かた結び」など、靴紐の結び方には適さない結び方がほとんどだった。最初に習得する結び方は蝶結びであることが多く、蝶結び以外の結び方を習得する機会は少ないことがわかった。

(2) 紐にあたる摩擦力の違い

3種類の結び方の違いで比較したところ、引き抜くときにかかる力の大きさの平均値は、蝶結び(1.84N) < イアン結び(2.23N) < イアン・セキュア結び(2.32N) となった。これは過去2年間の耐久力に関する実験と同じ結果が表れた。

また、結ぶ力による違いでは、5N、7.5N、10Nと結ぶ力が強いほど、引き抜くときにかかる力が強くなる結果が表れた(例: イアン・セキュア結びでは、結ぶ力が5N、7.5N、10Nの場合、引き抜くときにかかる力は1.72N、2.07N、3.18Nであった)。この結果は、アンケート②の男女によるほどける感覚についての考察を、裏付ける結果とも言える。

(3) 靴紐の通し方の種類による緩み方の違い

装置による実験の結果、一つの穴に対して紐が緩んだ長さの平均はオーバーラップ(0.37mm) < アンダーラップ(0.43mm) < パラレル(0.50mm) となった。ただし、差は0.1mm程度と小さく、大きな変化は見られなかった。原因として、緩みを検証するために3時間という時間は短すぎたこと、実験装置が靴に対して下からの振動を与えるもので、靴を履いた時の紐を引き上げる力や踏み込んだ時の下への力を加えられなかったからだと考えられる。そのため、走行実験でも緩み方の違いを検証した。

走行実験の結果からも、一つの穴に対して緩んだ長さの平均はオーバーラップ(1.57mm) < アンダーラップ(1.90mm) < パラレル(2.07mm) となった。別の靴を履き、靴紐を結ぶ強さが異なる兄にも同様の走行実験を協力してもらったが、オーバーラップ(1.19mm) < アンダーラップ(1.44mm) < パラレル(1.71mm) と同じような結果となった。装置による実験よりも走行実験による通し方の差は大きく表れており、オーバーラップは靴紐が緩みにくい通し方であると明らかとなった。

三年間の研究を通じて導き出した結論として、靴紐がほどけるまでの耐久力をあげることができ、靴を脱ぎたいときに簡単に脱げる結び方は「イアン・セキュア結び」であることがいえる。また、靴紐の通し方を「オーバーラップ」にすることで、靴全体が緩む現象は軽減できるといえる。

今回の研究を通して学んだことを「ほどけにくい靴紐マニュアル」にまとめ、陸上競技部の仲間や後輩、友人、アンケートに協力してくれた方々に配布した。

4 指導と助言

部活動の経験から感じた素朴な疑問から、その解決に向けた計画性、実験装置の作成、結果のまとめ方などよくできている。実験結果を更に多く取り、得られたデータから更に考察が広がるとより良いだろう。近年、研究はアウトプットすることが必要であると言われているが、その中で三年間の研究結果をマニュアルとして友人などに配付し、活用しているところが素晴らしい。(指導教員 小畑 大樹)

参考文献

- ・トコトンやさしい摩擦の本/角田 和雄 著/日刊工業新聞社
- ・摩擦のしわざ/田中 幸 著/太郎次郎社エディダス
- ・アンケート調査の進め方/酒井 隆 著/日本経済新聞出版社
- ・いちばん親切な紐とロープの結び方/主婦の友社編/主婦の友社
- ・摩擦の科学/河野 彰夫 著/裳華房
- ・スポーツを10倍楽しむ統計学データで一変するスポーツ観戦/鳥越 規央 著/DOJIN SENSHO

卓球のラケットの角度と球筋の関係を知る研究

千葉市立有吉中学校
第1学年 安藤 汐里

1 研究の動機や目的

私は、中学生になって卓球を始めた。先輩のように、回転のかかったしっかりした球を打ちたいと思っている。そこで、ラケットの角度と球筋の関係を調べてみたいと思い、実験を行うこととした。

安定した条件で実験を繰り返し行うことが出来るように、球の発射と、ラケットに当てる装置を自作した。また、実験結果をなるべく数値にして表に整理することで、球の動きの違いが目に見えるようにし、ラケットの角度と球筋の関係性を見つけることを目的とした。



〔資料1〕 実験装置を作成する様子

2 研究の方法と内容

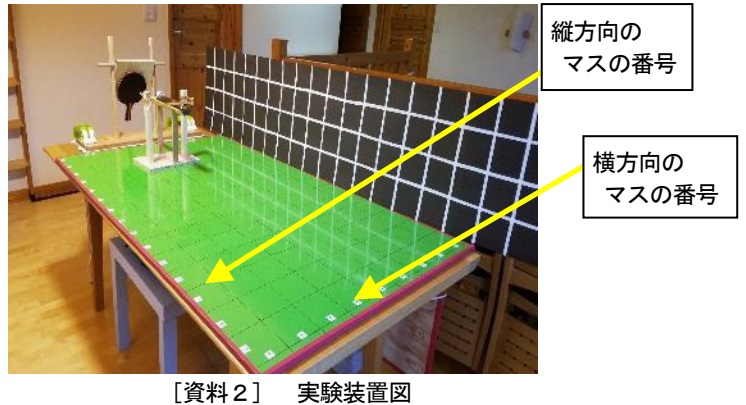
球をいつも同じ強さで飛ばす装置（「発射台」と呼ぶ）と、角度を自由に変えて球を打ち返せる装置（「ラケット台」と呼ぶ）を作成し、発射台から球を発射しラケットに当てる実験を繰り返し、バウンドの様子を動画で撮影し、テーブルの目盛りと黒い背景の白い目盛りで読む。

自分自身でアイデアを考えながら、木材やネジで新しいものを工作するのは好きだったので、この実験でも、いろいろな装置を試しながら改良を重ねて、最終的に今の実験装置ができあがった。

実験した球の種類は、ストレート、下回転、上回転の球筋で、回転のかけ方を変化させるために、ラケットに当てる角度（入射角）をそれぞれ3種類ずつ行い比較した。それぞれ10回以上の発射実験を繰り返して、撮影した動画を何度も見て記録した。

測定は、バウンドする位置と高さの変化する様子に着目し、1回目のバウンドの位置（B1）から2回目のバウンドの位置（B2）の距離を記録し、最もよく回転のかかるラケットの角度を探すことにした。これらを数値化するために資料2のような実験装置を作成し、台と壁にマス目を作り、視覚化できるようにした。このときの、ラケットからB1までの距離をK1、B1からB2までの距離をK2とした。また1回目のバウンドの高さをT1、2回目のバウンドの高さをT2とした。実験の様子

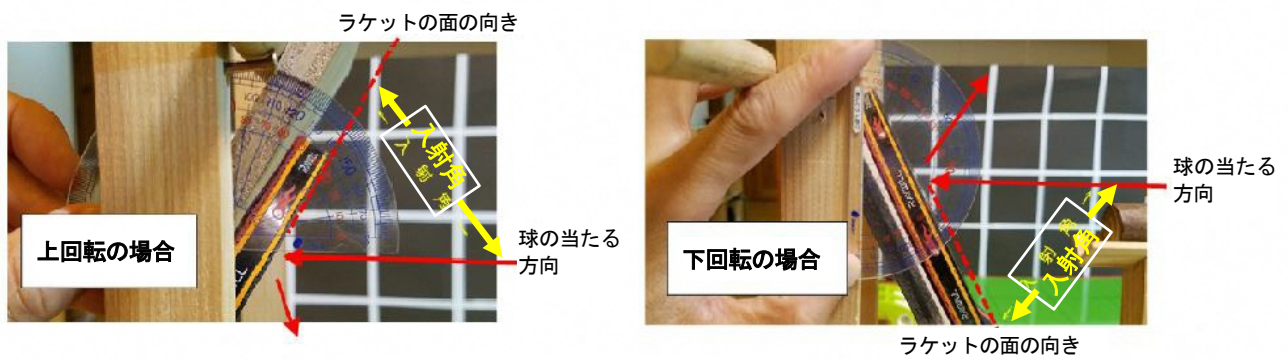
を動画で撮影し、撮影した動画を繰り返し見て、台や壁の目盛りの位置を確認し、位置や高さ、距離などの数量を計測し 10 回分の数値の平均値を使って動きを分析した。



[資料 2] 実験装置図

3 研究の成果とまとめ

下の図1のようにラケットの角度を調節して実験を行なった。この実験の結果を、以下のように表で整理した。このとき、特に着目した数値には、印をつけわかるようにした。



[図 1] ラケットの角度

	ストレート	上回転 60 度	上回転 55 度	上回転 50 度	下回転 65 度	下回転 60 度	下回転 55 度
T1	11 cm	48 cm	36 cm	43 cm	21 cm	24 cm	29 cm
T2	10 cm	34 cm	27 cm	30 cm	17 cm	18 cm	20 cm
B1	10.6	15	15	15	7.4	8.2	7.9
B2	2.9	3.5	6.1	7.6	2.4	4.3	4.4
T1-T2	1 cm	14cm	9 cm	13cm	4 cm	6 cm	9 cm
K1	54cm	10cm	10cm	10cm	86cm	78cm	81cm
K2	77cm	115cm	89cm	74cm	50cm	39cm	55cm

[資料 3] 実験結果の集計

ストレートでは、球に回転がないことから跳ね上がりが少なくバウンドの高低差が生じにくいことが分かる。回転する球の K2 は、ストレートの球と比較することで、回転による球の伸びや縮まりの効果を確認できる。上回転では、60 度は他の角度と比べて、大きく伸びているのは、回転が強かつ、その回転がテーブルに伝わったからだと考えられる。また下回転では、60 度は、逆に

K2 がとても縮まった。これも、下回転が強くはたらいたためだと考えられる。

次に、上回転はどれも、跳ね返り [T1、T2] が大きい。この中でも特に上回転 60 度は、他の角度よりもラケットの面が立っているにも関わらず、跳ね返りが最も高いことがわかる。この理由について考えた。

実際に卓球を行うときには、球の回転が上回転の場合は、入射角が小さいほど球の回転が強くなり、バウンドが低くなるものである。ところが、今回の実験の結果では、入射角が大きい 60 度の方が、55 度や 50 度よりも、バウンドが高い結果となった。このことから、入射角の影響よりも、別の影響があると思いき原因を考えた。その原因は、テーブルへの球のたたきつけが強いほど、バウンドが高くなったためと考えた。今回作成したラケット台は、発射台に当たらないように調節し、ラケットのすぐ近くでテーブルに 1 回目のバウンド (B1) をするように作っていたので、この装置ならではの実験結果が表れていると考えられる。実際の卓球でも、球がラケットに当たる角度だけでなく、その打球がテーブルに入る角度も大きく関係しているのではないかと思うので、今後調べてみたいと思う。

4 今後の問題点

卓球の動きを模型で再現する自作のセットは予想以上にうまくいったが、球の発射のためにゴムを引くときに装置が動いてしまったり、力が足りないなどの苦労もあったりしたので、次にまた装置を作るときには、回転がもっと強くかけられて、土台を安定させるゴムも使いやすいものにした。また、角度の種類を増やすなど、縦回転と横回転の合わせた球も、再現して数値化したいと思う。そして、ラケットの角度だけでなく、打球がテーブルに入る角度との関係も調べたい。

5 指導と助言

今回の実験では、中学生から始めた卓球の中から生じた疑問をテーマとしている。卓球のボールの起動はラケットのラバーによる摩擦によって大きく変わる。上回転のときにボールが伸びるのは 1 回目のバウンドで進行方向に回転がかかっているためであり、下回転のときにボールの速度が急に減速するのは 1 回目のバウンドで進行方向とは逆方向に回転がかかっているためである。また、上回転のときにボールが沈み、下回転のときにボールが伸びるのは飛んでいる球に回転がかかっているときに、進行方向に垂直な力がはたらく「マグナス効果」のためである。今回の実験では上回転の B1 の位置を確認すると実験結果が正しいものであることがわかる。次回は、これらも踏まえた上で実験を行うことにより、今回以上に精度が高い実験ができることを期待する。

(指導教諭 佐藤 大夢)

地衣類・コケ類で調べる私の住む町の大気汚染大調査

千葉市立大椎中学校
第1学年 三浦 由加里

1 研究の動機や目的

環境問題に興味があり、将来は環境を守る仕事に就きたいと考えている。これまで読んだ本の中で、世界の人口の約9割が「健康に良くない」とされる空気を吸いながら生活しているというWHO(世界保健機関)の調査結果が発表されていることを知り、「世界の空気はそんなに汚いのか」と信じられない気持ちになった。そこで、自分の住む町の大気汚染の状況は、一体どうなっているのか知りたいと思った。研究に当たって、身近な大気汚染の調査の仕方について調べてみたところ、地衣類やコケ類を使って調べられるということを知り、本研究では、地衣類やコケ類を使って、自分の住む町の大気汚染について調べてみようと思った。

2 研究の内容と方法

あすみが丘の街路樹を観察し、地衣類・コケ類の生育状況などを調査した。また、街路樹の調査に併せ、周辺道路の自動車やバイクの交通量を調査し、生育状況との関係を調べました。

(1) 予想

- 自動車などの交通量が多いところは、排気ガスも多いため、地衣類やコケ類は少ないと思う。
- 大通りは店も多く、駐車している車も多いため、地衣類などは影響を受けていると思う。

(2) 方法

- ① おおむね200mごとに、最も地衣類・コケ類が付いている街路樹を1本選定する。
- ② 地面から約1m以上の高さの幹で、地衣類やコケ類の密度が1番濃い部分を探す。
- ③ 該当部分に測定シートを当てて、1マスの半分以上が埋まったら、1ポイントとする。

※地衣類については、ウメノキゴケのみ測定

- ④ 街路樹ごとにポイントを計算する。
- ⑤ 地衣類、コケ類の名称を図鑑で確認する。
- ⑥ その他の調べたことを調査ノートにまとめる。
- ⑦ 5分間に付近を通過した自動車やバイクの台数を記録する。
- ⑧ 調査結果を地図にまとめる。



【資料1】樹木の表皮の様子

(3) 考察

- ① 交通量が多い通りでは、大気汚染のもとになる物質が多いため、地衣類やコケ類が少ないのではないかと考えられる。

- ② 逆に交通量が少ない住宅街などは、大通りと比較して地衣類やコケ類が多かったのも、環境が良いのではないかと考えられる。
- ③ 樹木によって地衣類・コケ類の付き方が違っていたが、交通量と地衣類やコケ類の付き方には関係があるように思われる。このため、樹木によるコケの付き方の差は、大気汚染とは別の原因があり、差が生じているのではないかと考えられる。

3 研究の成果とまとめ

(1) 判定の方法について

交通量、ウメノキゴケの生育状況、コケ類の生育状況やそれらを踏まえた総合判定は、次の方法でAからEに判定した。

① 交通量(5分あたりの自動車などの台数)

○ 0台 ~ 20台=A
○21台 ~ 40台=B
○41台 ~ 60台=C
○61台 ~ 80台=D
○81台 ~ 100台=E

② ウメノキゴケの生育状況

○81pt ~ 100pt=A
○61pt ~ 80pt=B
○41pt ~ 60pt=C
○21pt ~ 40pt=D
○ 0pt ~ 20pt=E

③ コケ類の生育状況

○A=コケ3種類以上で50pt以上
○B=コケ2種類で50pt以上、又は3種類で50pt未満
○C=コケ1種類で50pt以上、又は2種類で50pt未満
○D=コケ1種類で50pt未満
○E=コケなし

④ 総合判定(判定の順序)

1 ウメノキゴケの生育状況が「A」又は「B」の場合、ウメノキゴケが衰退していないと考えられるため、総合判定はそのまま「A」又は「B」判定とする。
2 ウメノキゴケの生育状況が「C」、「D」又は「E」の場合、ウメノキゴケが衰退していると考えられるため、コケ類の生育状況で、次の順に総合判定を判定する。
(1) コケ類の生育状況が「A」又は「B」の場合、コケ類が衰退していないと考えられるため、総合判定を「C」とする。
(2) コケ類の生育状況が「C」又は「D」の場合、コケ類が衰退していると考えられるため、総合判定を「D」とする。
(3) コケ類の生育状況が「E」の場合、コケ類が生育していないということのため、総合判定を「E」とする。

(2) 分かったこと

○表②によると、あけぼの通りには、ウメノキゴケが圧倒的に少ない。表①で、同じプラタナスが植えられているワンハンドレッドヒルズの状況を見ると、ウメノキゴケが比較的多く付

いている。

- グラフ③、グラフ⑤によると、交通量が少なければ少ないほどウメノキゴケの量が多くなる傾向があり、また総合判定もAに近くなる傾向がある。
- 表②、グラフ④によると、交通量とコケ類が樹木に付いている量との間には、はっきりとした関係が見られない。
- 総合判定を見ると、交通量の少ない通りや、住宅街、公園、寺などは総合判定がA判定やB判定の地点が多い。公園の中でも、駐車場にある樹木では、総合判定がB判定となった。
- あすみが丘の町の総合判定は、D判定が最も多く、次にC判定が多い。

(3) 結論

- 交通量とウメノキゴケの量との間には関係があり、大気の状態を生育状況が表している。
- あすみが丘の町の公園は、大気の状態が良い。
- 走っている自動車だけでなく、エンジンをかけたままで駐車している自動車などが、大気に与える影響にも注意する必要がある。

4 研究のまとめと感想

研究を振り返って、反省点と感想をまとめた。

- 今回は、樹木の種類、地衣類・コケ類のポイントや種類数、名前などから大気汚染の状況を判断したが、先生にインタビューしたことで、方角や湿度、日当たりなども生育状況に関係してくることが分かった。今後は、それらの条件も踏まえて詳しく研究してみたい。
- あすみが丘の町は、大気があまり汚染されていないと分かって安心した。しかし、先生にインタビューで教えていただいたように、地衣類やコケ類が全然生育していないところを自分でも見たことがあるので、そういった地域は大気汚染の心配があるのかもしれないと思った。
- 今回の研究では、身近にある地衣類やコケ類を観察することで、「大気汚染」という言葉をより身近に感じることができた。空気は目に見えないので、汚染されていると言われても、あまりピンとこないところがあったが、それが目に見えて分かるようになった気がした。
- 大気汚染のことをよく知らない人でも、街路樹を観察するだけで、簡単に状況が分かると知ったら、環境にも興味を持ってもらえるのではないかと思った。

5 指導と助言

自分が住んでいる町の大気汚染について、街路樹などの木についた地衣類・コケ類の大きさや種類などを調査し、周囲の交通状況などと重ね合わせて考察した。多くの調査を行い、信頼性の高い研究となっており、評価できる。

(指導教諭 平田 大二)

なぜコンニャクを焼くと悲鳴が聞こえるのか

千葉市立大椎中学校
第3学年 糸数 悌真

1 研究の動機や目的

7月のある日の夕方に、台所から悲鳴のような音が聞こえた。私は母に何かあったのかと思い、弟と二人で台所に駆け付けた。ところが、母は平然とコンニャクを使って、沖縄料理を作っていた。私は母に、「どうした？」と尋ねたら、母は突然声を掛けられたためびっくりした顔をして、「料理を作っただけよ。」と答えた。「悲鳴が聞こえたから。」と言ったら、「コンニャクを焼いていたから、音がしたのでしょうか。」と答えた。「なぜコンニャクを焼くと音がするの？」と尋ねたところ、「自分で調べなさい。」とあっけなく言われてしまった。

私はコンニャクを焼くと悲鳴のような音がするのが不思議に思い、この夏休みにどうして音がするのかを調べてみることにした。そこで、本研究の目的をどのようなしくみでコンニャクを焼くと悲鳴のような音がするのかとし、その理由を明らかにすることにした。

2 研究の内容と方法

- (1) 文献調査
- (2) 聞き取り調査
- (3) 悲鳴を可視化する
- (4) コンニャクの表面積を変えて音を調べる
- (5) コンニャクを焼く時の押し付け方による音の違いを調べる
- (6) コンニャクの厚さを変えて音を調べる
- (7) コンニャクの質量変化を調べる
- (8) コンニャクから出たものが水か調べる
- (9) コンニャクの表面を顕微鏡で観察する
- (10) 腐で音が出るか調べる
- (11) 寒天で音が出るか調べる
- (12) 餅とコンニャクのスライスで音の出る様子を調べる
- (13) 餅と豆腐とコンニャクの振動を調べる
- (14) 試験管で水が出るところを可視化する
- (15) 「ぷりぷり度」を調べる

3 研究の成果とまとめ

コンニャクの悲鳴を可視化する実験

① 目的

コンニャクの悲鳴のような音を可視化する

② 予想

オシロスコープを使えば、波形で可視化できるであろう

③ 実験方法

- a. コンニャクの形を揃えるために、四方向を切った。
- b. コンニャクの大きさは音を可視化するだけだったので、およそ $7.0\text{ cm} \times 1.5\text{ cm} \times 2.0\text{ cm} = 21.0\text{ cm}^3$ のコンニャクの大きさを使用した。
- c. コンニャクの表面を布巾で拭き、水分を取った。
- d. コンニャクをフライパンで焼き、簡易オシロスコープでコンニャクの悲鳴のような音の波形をとった。
- e. 比較するためにハムを焼いて波形をとった。

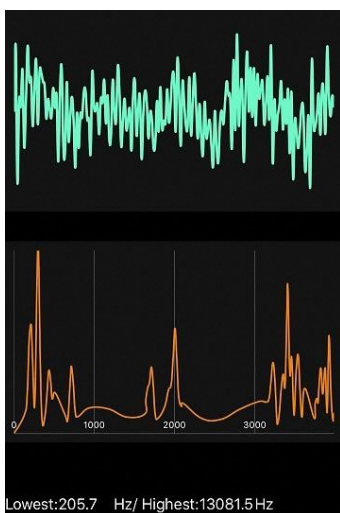


【資料1】フライパンでコンニャクを焼く様子

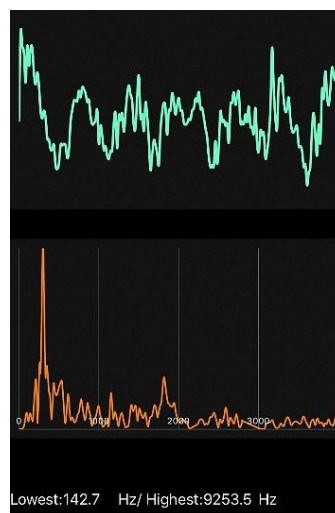
④ 使用した実験器具

コンロ、フライパン、コンニャク、フライ返し、簡易オシロスコープ、包丁、まな板、定規、ハム

⑤ 結果



【資料2】コンニャクを焼いたときの波形



【資料3】ハムを焼いたときの波形

コンニャクを焼く音は、3000Hz以上の波を観測し、悲鳴のような音が聞こえた。明らかに資料3のハムを焼いたときの波形とコンニャクを焼いたときの波形は異なっている。

⑥ 考察

コンニャクを焼いたときの音を波形で捉えることができた。この時の波形は、3000Hz以上の波形であった。今後このような波形ができた時に「悲鳴のような音」がしているとする。ハムを焼いた時の波形とは全く異なっていた。

試験管で水が出るところを可視化する実験

① 目的

コンニャクを加熱すると水が出てくるところを可視化する。

② 予想

これまでの実験から、水が出てくることがわかっているので、水が出てくるとは思うが、コンニャクを振動させる水の出方が観察できるかどうかはわからない。

③ 実験方法

- a. コンニャクの形を整えるために、四方向を切った。
- b. コンニャクを、 $4.0\text{ cm} \times 1.5\text{ cm} \times 1.5\text{ cm} = 9.0\text{ cm}^3$ 、質量 7.7 g に切った。
- c. コンニャクの表面を布巾で拭き、表面の水分をとった。
- d. このコンニャクを試験管に入れ加熱して観察した。

④ 使用した実験器具

ガスバーナー、試験管、コンニャク、スタンド、包丁、まな板、定規、電子上皿天秤、マッチ

⑤ 結果

水がコンニャクから出てきた。この水が出てくるときにコンニャクが振動している。この振動により、高い音がでている。

⑥ 考察

水がコンニャクから出てくるところを捉えることができた。こ [資料4] 加熱したコンニャクのようにコンニャクを焼くと水が出てくことで、コンニャクが振動し、悲鳴のような音が出ると考えられる。

⑦ まとめ

コンニャクは焼くと水が出る。そして、ぷりぷり度（弾力性）が高いので振動しやすいことがわかった。このことから、コンニャクを焼くと悲鳴のような音が聞こえるのは、コンニャクを焼いたときに、フライパンとコンニャクが接している面から水が蒸発していくときに、コンニャクが振動し、悲鳴のような音が聞こえることがわかった。



4 今後の問題点

今回の研究で、コンニャクはぷりぷり度(弾力性)が高いので、加熱したとき振動しやすく、悲鳴のような音が出るということがわかった。今後、同じようにぷりぷり度が高く水分が出るような物質でも音が出るかを明らかにし、再現性があるかを確認する必要がある。

5 指導と助言

身近なことに疑問を感じ、問題を解決するために根気強く実験を続けた点が評価できる。既習事項と関連づけ、自分の力で実験方法を確立し、疑問を解決することができた。

(指導教諭 木村 恭子)

身近な素材による防音効果の研究

千葉市立磯辺中学校
第2学年

1 研究の動機や目的

身近な素材を用いてどのくらいの防音効果をもたせられるのか興味を持った。防音について調べると、吸音と遮音という2つのキーワードが出てきた。吸音とは、音を反射せずに吸い取り、空気の動きによって、その振動を減衰させ、音が小さくなることである。遮音とは、空気中を伝わってくる音を遮断して、外へ音が通過しないようにすることである。今回はこの2つのキーワードを経て、素材ごとの吸音の違いに着目して実験を行った。

2 研究内容と方法

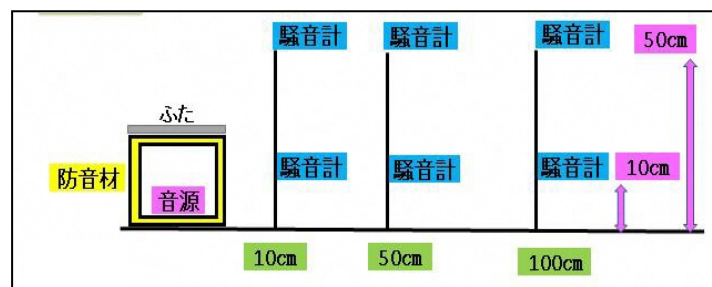
箱の中に入れた素材について、音が小さい順に、スポンジ（凹凸面）、スポンジ（平らな面）、メラミンスポンジとなると予想した。また同じ箱でもプラスチックの箱より、隙間の少ない発泡スチロールの箱のほうが、防音効果が高いと予想し、実験を行うことにした。

(1) 準備したもの

素材	メラミンスポンジ、スポンジの凹凸のある面、スポンジの平らな面、段ボール、発泡スチロール、EVA樹脂、気泡入り緩衝材
実験道具	プラスチックの箱、発泡スチロールの箱、蓋、スマートフォン、騒音計

(2) 方法

- ① 狭い部屋の中で、内側に素材を敷き詰めたプラスチックの箱を机の上に置き、箱から10cm、50cm、100cmの位置で音の大きさを測り、平均値を求めた。また高さは机から10cmと50cmで測定し、音源はスマートフォンのアプリから出される440Hzの高さの音を用いた。それを箱の中に入れ、防音材を上に乗せ、蓋を閉めてから測定した。
- ② 家にある広い部屋の中で①と同様の実験を行い、素材による音の大きさの違いを調べた。
- ③ プラスチックの箱ではなく、発泡スチロールの箱を利用し、箱による防音効果の違いを調べた。



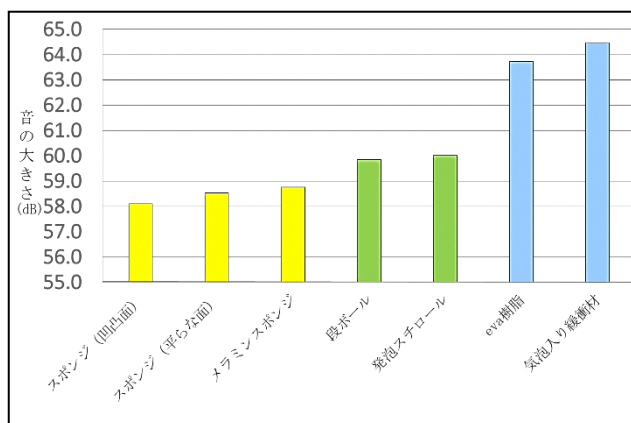
[資料1] 方法の概略図

3 研究の成果とまとめ

(1) 結果

① 狭い部屋

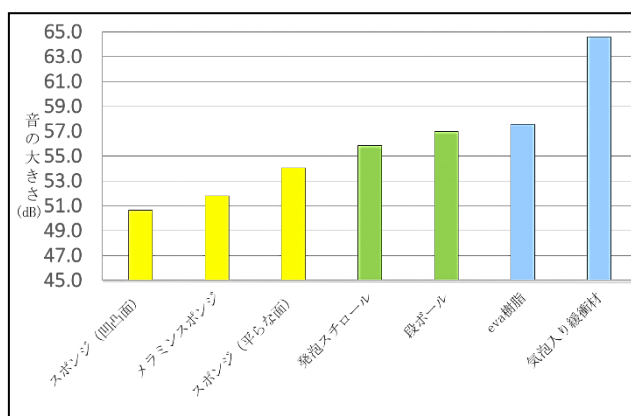
予想とほぼ同じとなった。しかし、スポンジ（平らな面）は、予想よりも音が小さかった。また、気泡入り緩衝材は想像よりも大きな音だった。



[図1] 音の大きさの平均値 (狭い部屋)

② 広い部屋

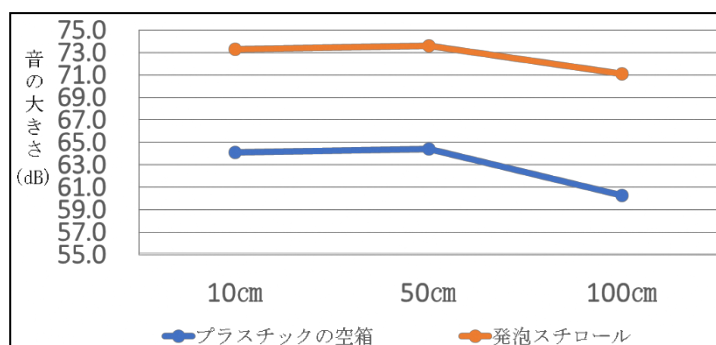
狭い部屋での実験と似ており、音が小さい順に、スポンジ（凹凸面）、メラミンスポンジ、スポンジ（平らな面）となった。



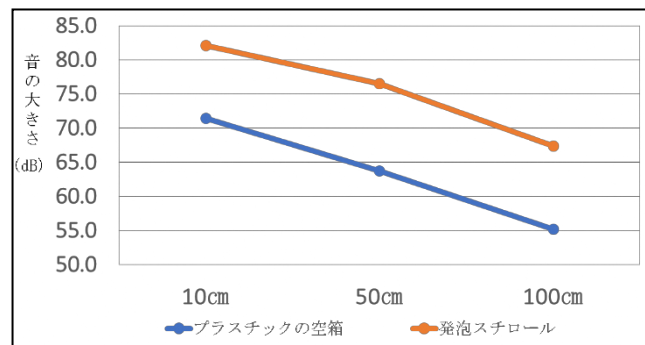
[図2] 音の大きさの平均値 (広い部屋)

③ 発泡スチロール

予想に反して、プラスチックの空の箱より音がとても大きくなった。



[図3] 10cmの高さで測定



[資料5] 50cmの高さで測定

(2) 考察

①②より、素材がスポンジの場合は、防音効果が高い傾向があった。これはスポンジの形状や小さな多数の穴が音を分散させ、吸音したのではないかと考えた。EVA樹脂、気泡入り緩衝材は防音効果が低い傾向があった。これは素材の性質上、隙間が多く音漏れしたことと、表面が平たい状態で音が分散されにくかったからではないかと考えられる。スポンジの凹凸のある面と平らな面を比較した場合、凹凸のある面の方が、平らな面より、防音効果が高い傾向が見られた。これは凹凸のある面の方が音をより分散させて、吸音したからだと考えた。

③より、発泡スチロールだけでできた箱は防音効果が低く、音が大きくなってしまった。このことから、防音するときは遮音素材と組み合わせる方が、より効果的に防音できるのではないかと考えた。

(3) まとめ

この研究より、以下の3つのことが分かった。

- ① 箱の内側の素材が、スポンジ（凹凸面）、スポンジ（平らな面）、メラニンスポンジの場合、防音効果が高い傾向があった。
- ② EVA樹脂、気泡入り緩衝材は防音効果が低い傾向があった。
- ③ 発泡スチロールだけの箱では防音効果は低く、逆に音が大きくなってしまった。

4 今後の課題点

より広い部屋で実験し、壁で跳ね返る音の影響を少なくしたり、スポンジの凹凸面と平らな面の素材を完全にそろえたり、素材の厚さをよりそろえることで、さらに正確な値が得られると考えられる。

5 指導と助言

身近なことに自ら興味を持ち、自身で探求しようと研究を行った。その中で課題や疑問点を見つけ、それらを改善、解決するための手段を考えながら研究する姿勢は素晴らしい。この姿勢を持ち続け、今後も研究に取り組んでほしい。

(指導教諭 青山 敬)

土の違いによる雑草の生え方 ～なぜ校庭の土には雑草が生えないのか～

千葉市立貝塚中学校
第2学年 野元 勇希

1 研究の動機や目的

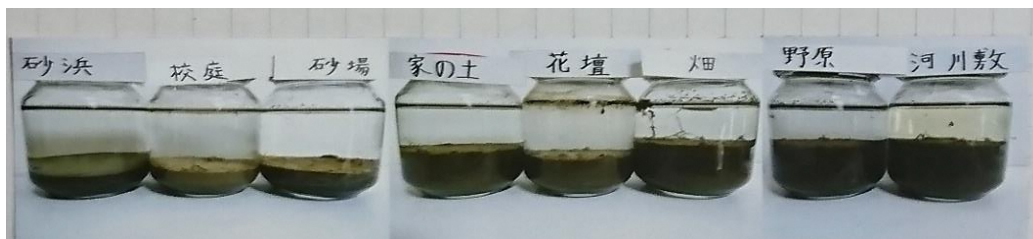
梅雨から夏にかけて、あっという間に草が伸びる。抜いても抜いても生えてくる厄介な雑草について考えてみた。植物で覆ってしまえば雑草が生えるスペースがなくなり、生えないのではないかと考えて芝生を植えるなど、色々な対策をしたが草取りから解放されることはなかった。植物が生えるためには、日光、水、空気が必要である。その条件がそろっているのに校庭や、砂浜には草が生えていないことに気がついた。その場所には除草剤をまいたり、草取りをししたりしている気配もない。そこで、土に秘密が隠されているのではないかと考え雑草が生えている土と、生えていない土の違いについて研究することにした。

2 研究の内容と方法

(1) 土の粒の大きさと雑草（植物）の生え方の関係

方法： 瓶に乾かした土（100g）と水（200 ml）を注ぎ、激しく振って、一日後観察する。

結果： 同じ重さの土でも土の体積が違った。



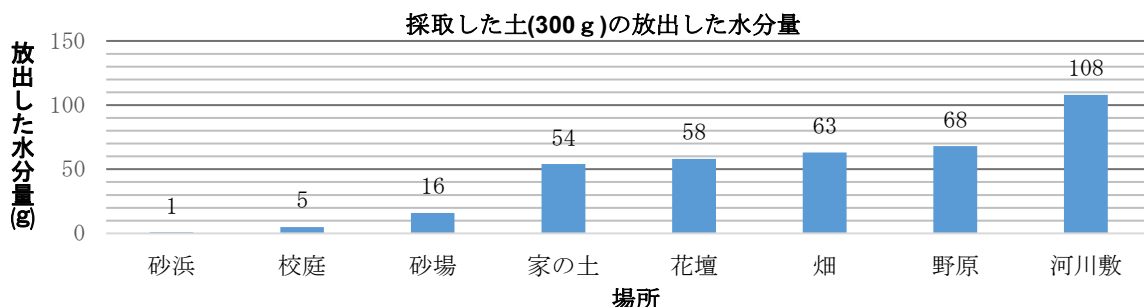
【資料1】 瓶に入れた土の様子

考察： 同じ質量の土でも体積が違うということは、土の粒の大きさが違うのではないかと考えられる。雑草（植物）が生えない土に比べ、生えている土は粒の大きさが小さく、土の粒の大きさが小さいほど植物が生えやすいと考えられる。

(2) 土（場所）の違いによる土の保持力と雑草（植物）の生え方の関係

方法： 乾かす前と後の土の質量を比べ、含んでいた水の質量を算出する。

結果： 雑草（植物）が生えにくい土は水分量が少なく、生えやすい土は水分量が多かった。



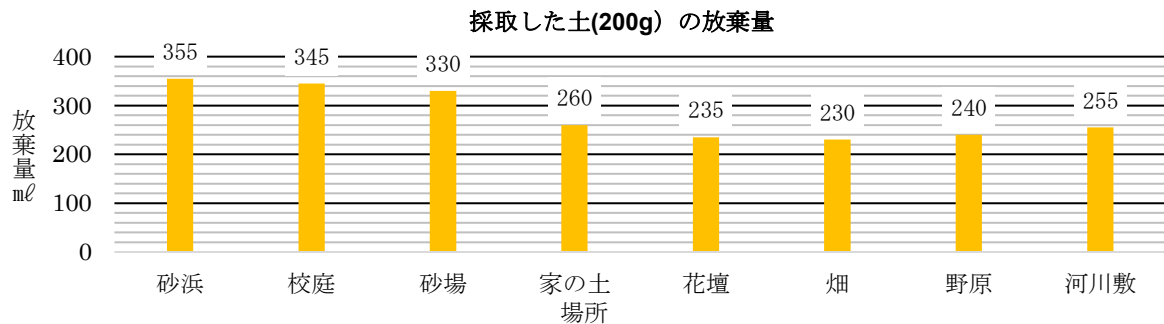
【資料2】 土に含まれる水分量の比較

れる。このため、植物の成長に必要な水分を保持できるため、土が持つ水の保持力が大きいと雑草（植物）が成長しやすく、その力が小さいと雑草（植物）が成長しにくいと考えられる。

(3) 土（場所）の違いによる土の放棄力と雑草（植物）の生え方の関係

方法：乾かした土（200g）に水（400 mL）を注ぎ、一時間後、落ちた水の量を測定する。

結果：砂浜の放棄力が一番大きかった。



[資料3] 土が水を放棄した量の比較

考察：落ちた水の量が多いということは、土が水分を放棄する力が大きいということだと考えられる。植物の成長に必要な水分を放棄してしまうため、土が持つ水の放棄量が多いと雑草（植物）が成長しにくく、その力が小さいと雑草（植物）が成長しやすいと考えられる。

(4) 土の硬さの違いによる雑草（植物）の育ち方の関係

方法：固めた土と固めない土を用意し、10日間観察する。

結果：固い土のカイワレ大根は、軟らかい土に比べ、生えた本数が少なかった。



[資料4] 土の固さの違いによるカイワレ大根の成長の違い

考察：固い土は、雑草（植物）の根を張りにくくさせるので、植物の成長に必要な水分を吸収しにくいと考えられる。その為、土が固いと雑草（植物）は、生えにくく、育ちにくいと考えた。種子が死滅する場合もある。逆に、土が柔らかいと雑草（植物）は、根を張って水分をよく吸収できるため生えやすく、育ちやすいと考えられる。

(5) 土のpHと雑草（植物）の生え方の関係

方法：pH試験紙を(1)で使った水に付け、pHを測定する。

結果：雑草が生えている土は、アルカリ性から酸性まであった

場所	P H 試験紙	P H	何 性
砂 浜	黄	8.0	アルカリ性
公 園	黄	6.0	弱酸性
砂 場	黄	6.0	弱酸性
家の土	黄	7.0	中性
花 壇	黄	7.0	中性
畑	黄	7.0	中性
野 原	黄	4.0	酸性
河川敷	黄	8.0	アルカリ性

[資料5] 土の違いによるpH

考察：雑草（植物）が生えていえる土は、アルカリ性から酸性までであったので雑草（植物）はどんな酸性度でも発芽すると考えられる。強アルカリ性と強酸性の土はなかったのが不明だが、強アルカリ性や強酸性の薬品は、雑草（植物）自身にも危険な薬品となるので、雑草（植物）は、生えないと考えられる。

(6) 塩化カルシウムが含まれている水と含まれていない水の雑草（植物）の生え方の関係

方法：塩化カルシウム水と水を用意しカイワレ大根の種を 200 粒ずつまき 10 日間観察する。

結果：塩化カルシウム水で育てたカイワレ大根は、あまり成長しなかった。種は、少し乾いていた。



【資料6】塩化カルシウム水と水のカイワレ大根の成長の違い

考察：塩化カルシウム水で育てたカイワレ大根の種は、少し乾いていたので塩化カルシウムは空気中の水分だけではなく、雑草（植物）の水分も吸収し、成長を妨げる働きがあったのではないかと考えられる。

3 研究の成果とまとめ

土の違いによる雑草の生え方の関係を研究して、以下のことが分かった。

- (1) 土の粒の大きさが小さいほど生えやすく、大きいほど生えにくい。
- (2) 土が持つ水の保持力が大きいほど生えやすく、小さいほど生えにくい
- (3) 土が持つ水の放棄力が小さいほど生えやすく、大きいほど生えにくい。
- (4) 土の固さが柔らかいほど生えやすく、固いほど生えにくい。
- (5) 雑草(植物)の生えやすさは、pHに関係ない。(強アルカリ性、強酸性は、除く)
- (6) 塩化カルシウムは、雑草(植物)の水分を吸収し、成長を妨げる働きがある。

4 今後の課題

今回の研究で雑草（植物）の生えにくさは、土と深い関係があるということが明らかになった。融雪剤や除湿剤で使用する塩化カルシウムの「水分を吸収する性質」で雑草（植物）を生えにくく、成長を妨げられることが分かった。雑草（植物）を生えさせないという意味では効果が高いが、土にまいてしまうと、環境に悪影響を与えてしまう。そこで次回は、地球環境にやさしい熱湯を使い、「熱湯の温度と雑草（植物）の生え方と成長の関係」について探求していきたい。

5 指導と助言

本作品は、校庭や砂浜になぜ植物が生育していないのかという疑問から、土の粒子の大きさや水分量の状態について様々な状態の土について多くの観察をし、植物の成長に影響する土の条件を丁寧に調べている。さらに、校庭やテニスコートに、融雪剤としてまかれる塩化カルシウムにも着眼し、植物の成長への影響についても調査した点も努力が認められる。（指導教諭 佐久間 省三）

千葉市総合展覧会 科学館賞

漬物をおいしく作るにはどのような下ごしらえをすると良いだろうか

～ダイコンの漬物への影響を調べる～

千葉市立天戸中学校

第3学年 石川 大悟

1 研究の動機や目的

中学1、2年生のときに「漬物をおいしく作るにはどのようにしたら良いか」というテーマで研究を行い、「細胞壁を壊すような刺激を与えると、よりしみこみやすくなる」という結論に至ることができた。しかし、「細胞壁が壊れるとなぜしみこみやすくなるのか」という疑問が残ったため、漬けるだけではなく、下ごしらえをするという観点に注目して、細胞壁を壊す回数を2段階に増やし、どのタイミングで壊れるとしみこみやすくなるのかということを目的にして研究をした。

2 研究の内容と方法

(1) すべての研究における共通の手順

- ① ダイコンを約2cm厚に切り、質量を量った後、すぐに漬けるか、下ごしらえをする。(水に漬けるなどの保存はしない)
- ② 下ごしらえをしたものはその動作をした後の質量も量る。
- ③ 質量パーセント濃度5%の塩水を作り、2時間漬ける。(このとき30分おきに表面の観察をする)

$$\frac{\text{塩 } 10 \text{ g}}{\text{水 } 190\text{mL} + \text{塩 } 10 \text{ g}} \times 100 = 5\%$$

【資料1】質量パーセント濃度5%の塩水の作り方

- ④ 2時間が経過したら表面の観察に加えて、断面、質量の変化、へこみ具合の観察をする。

<へこみ具合の観察に使用した装置>

右の図の装置を使い、へこみ具合の観察を行った。

漬けた後の大根の軟らかさのデータを得るために、この装置を使った。

この装置の使い方は、

- ① ビー玉(21g)か、金属球(175g)を装置の筒の上から入れ、一定の高さにセットする。
- ② 筒の下にダイコンを置く。
- ③ 装置に棒を引き抜いて、ビー玉や金属球をダイコンの上に落とす。



【資料2】へこみ具合の観察に用いた装置

④ ダイコンのへこみ具合を観察する。

(2) 研究の内容

① 実験1：下ごしらえで状態を変える

加熱や乾燥など、下ごしらえで状態が変わったものを漬けて調べる。

② 実験2：下ごしらえで揉みこむ

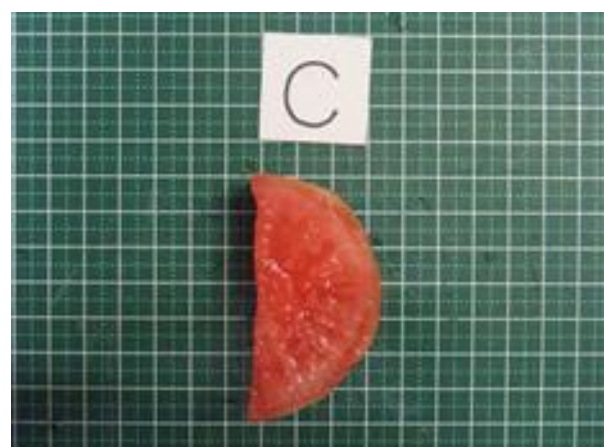
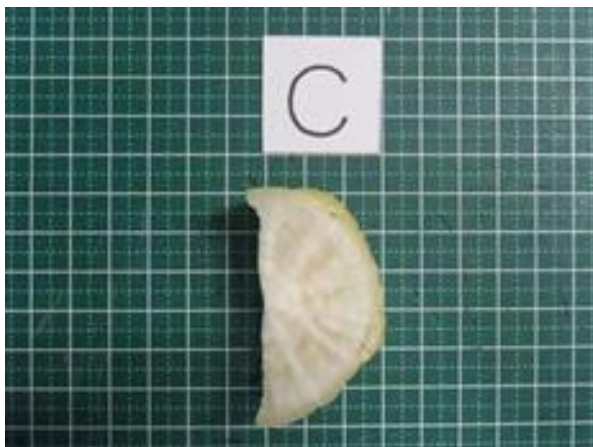
塩やショウガなど、下ごしらえで揉みこんだものを漬けて調べる。

③ 実験3：温度を変えて下ごしらえをする

低温や高温など、下ごしらえしたときの温度を変えたものを漬けて調べる。

④ 実験4：下ごしらえをする回数を変える

冷凍と加熱の繰り返しを1回や3回したものなど、下ごしらえをする回数を変えたものを漬けて調べる。



条件A 冷凍と加熱の繰り返しを1回行ったもの
条件C 5回行ったもの

[資料3] 下ごしらえをする回数を変えて漬ける

3 研究の成果とまとめ

今回の研究を通して、下ごしらえのときに細胞の温度を変化させたり、塩で揉んだりするなどして細胞壁が壊れると細胞内の水分がより飛びやすくなることが多く、この状態で漬けると、より染みこみやすくなることがわかった。このことから、おいしい漬物を作るには、下処理をして、できるだけ細胞壁を破壊すれば良いといえるだろう。

4 今後の問題点

今回作った装置だが、ダイコンが衝撃に耐えられずに割れてしまったものがあり、へこみ具合をうまく測れない実験があった。次回に行う研究では、予備実験を繰り返し行うなどして、実験内でのトラブルを極力なくせられるようにしたい。

また、今回はダイコンを写真に写すときにクッターマットを下に敷き、見やすくしたり、方眼を用いて大きさを比べられるようにしたが、カメラの位置は固定していなかったため、ダイコンの大きさが写真ごとに少し違っていたり、撮りたいものの端がぎりぎりすぎて、ぼやけたりして少し見えづらくなってしまった。こうした点を改善するためにもカメラの三脚などを用いて、一定の高さから、同じ大きさを写真で撮ることができるよう写真の撮り方も工夫し、より見やすいものにしていきたい。

5 指導と助言

3年間、本テーマで粘り強く研究を続けている。1、2年生では「細胞壁を壊すような刺激を与えると、よりしみこみやすくなる」という結果がわかった。3年生の今回は、下ごしらえに注目している。電子レンジや天日干し・塩やショウガによる揉みこみ・温度・回数の4つの実験を行い、結果をまとめている。その結果、「細胞壁が破壊され、細胞内の水分が出ていくことで水分を吸収することができるようになるため、よりしみこみやすくなり、おいしい漬物ができる」と考察している。実験装置やカメラの固定装置については、これからの経験を積んで技術を向上させていってほしい。

(指導教諭 川嶋 由美子)