

第 67 回広島県科学賞

研究作品の紹介

中学校・高等学校の部



広島県立教育センター

紹介作品



<特選>

中学校の部

区分	学校名	学年	氏名	作品名	備考
化学	近畿大学附属 広島中学校福山校	1	開原 あさひ	ビタミンCに対する人参と酢の効果について	広島県教育委員会賞 【全国出品】
生物	広島市立城南中学校	3	小村 圭以	トンボの時間帯による種類と個体数の変化の研究	広島県教育委員会賞 【全国出品】
	呉市立広南中学校	2	工藤 樹	調査により得られた干潮時のヒザラガイの移動	広島県科学賞委員会賞 【全国出品】

高等学校の部

区分	学校名	学年	氏名	作品名	備考
物理	広島大学附属高等学校	3	妹尾 紗良 中野 千早音 中原 鈴葉 篠原 龍之介	ハサミによる切断音の発生原因について	広島県教育委員会賞 【全国出品】
化学	広島女学院高等学校	2	木野村 明優 和田 桃花 廣川 那奈 城市 咲來	硝酸銀水溶液に黄銅板を入れて生じる金属樹	読売新聞社賞 【全国出品】 入選1等
		1	吉野 京香 山地 凜 中元 悠那 水野 樹梨亜 谷口 文音		
生物	広島県立 広島国泰寺高等学校	3	川瀬 楓 川野 実花	甲虫を用いた里山の遷移の評価指標の作成	広島県教育委員会賞 【全国出品】

<科学賞委員会特別賞>

区分	学校名	学年	氏名	作品名
物理	三原市立久井中学校	1	年藤 芽生	音量の変化について ～自作ギターを用いて調べる～

*作品名は、原本どおりに記載しております。

*全国出品は、「第67回日本学生科学賞」への出品です。

*紹介画像は、研究内容を分かりやすくパネルにまとめたものです。

パネルの現物は、広島県立教育センター 本館 2階ロビーに掲示してあります。

当センターへお越しの際は、ぜひ、足を運んでください。



ビタミンCに対する人参と酢の効果について

近畿大学附属広島中学校福山校1年 開原あさひ

研究の目的

小学校の科学研究でゴーヤをゆでた時のビタミンC流出について調べた。その際に野菜のビタミンCについても調べたが、人参の酵素がビタミンCを壊すことを知り、驚いた。ビタミンCと人参を混ぜた時にビタミンCが壊されるとしたら、ビタミンCの量がどのように変化するのか調べてみたいと思った。また、大根と人参の紅白なますを作ることがあるが、酢のおかげで大根のビタミンCが壊れないと祖母から聞いたことがある。酢の効果について調べてみたいと思った。

研究の計画・方法

- ・ビタミンCと人参を混ぜた時の、ビタミンC量の変化について調べる。
- ・ビタミンCと純米酢と人参を混ぜた時、ビタミンCの量がどのように変化するか調べる。
- ・ビタミンCには、水に溶けやすく熱に弱い性質がある。ビタミンCの量を調べるためには、アスコルビン酸を調べる試験紙を使う。〈参考にしたサイト ビタミンCの役割〉
(https://www.shinyurihospital.com/column/eiyou/magazine_no64.html)
- ・人参に含まれるビタミンCの量について調べる。
(準備実験①) 人参に多くのビタミンCが含まれているとしたら、ビタミンCに人参を加える時に人参が持つビタミンCの量を考慮する必要があるため。
- ・ビタミンCを溶かした水を常温に放置する実験をする。(準備実験②) 室温28.5℃の室内に放置することによるビタミンC量の変化があるかどうかを事前に調べておく必要があるため。



準備実験

◆準備実験①◆

水20gにすりおろした人参10gを加え、ビタミンCの量を調べる。ビタミンC錠剤(1錠330mg)を水・500gに溶かしたものを準備する。(これをビタミンC溶液と呼ぶことにする。)



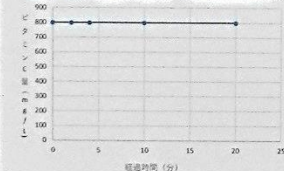
左…水20gに、すりおろした人参10gを加えたもの
右…ビタミンC溶液(参考ビタミンC量800mg/L)

人参に含まれるビタミンCの量はごく少量で、ほぼ0mg/Lという結果。使用した試験紙では正確に計測できなかった。

◆準備実験②◆

ビタミンC溶液を室温28.5℃の部屋に放置し、ビタミンCの量に変化があるか調べる。

ビタミンC量の変化(準備実験②)



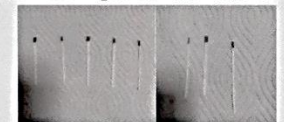
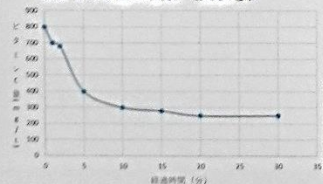
室温28.5℃の部屋に放置しても、ビタミンCの量に変化はなかった。

実験前に、ビタミンC錠剤(1錠330mg)を水・500gに溶かし、ビタミンC溶液を作成した。生の人参をすりおろしたもの、人参を柔らかくなるまで茹で冷ましたもののすりおろしを準備した。

実験①

ビタミンC溶液20gに生の人参をすりおろしたものを10g加え、時間の経過によりビタミンC量がどう変化するかを調べる。

ビタミンC量の変化(実験①)

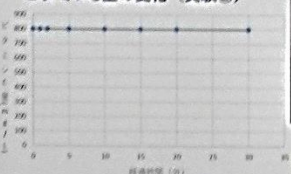


ビタミンCの量は減少していくことがわかった。
20分を過ぎると、ビタミンCの量は一定になった。

実験②

ビタミンC溶液20gに茹でた人参をすりおろしたものを10g加え、時間の経過によりビタミンC量がどう変化するかを調べる。

ビタミンC量の変化(実験②)

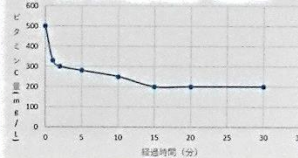


ビタミンCの量に変化はなかった。

実験③

ビタミンC溶液20gに純米酢20g、人参をすりおろしたものを10g加え、時間の経過によりビタミンC量がどう変化するかを調べる。

ビタミンC量の変化(実験③)

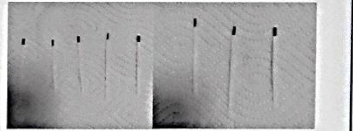
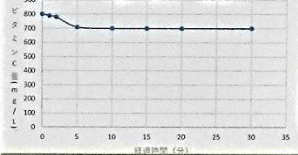


ビタミンCの量が減少しているが、実験①と比較すると減少の割合が少なくなっていることがわかった。15分経過後はビタミンCの量は一定になっている。
実験①と比較して総重量が20g増えているため、ビタミンCの濃度が薄まっていることがわかった。

実験④

ビタミンC錠剤4分の1錠を純米酢12.5gに溶かした液を作る。(Aとする) AのビタミンCの濃度を調べると、実験①～③で使ったビタミンC溶液と同じ濃度(800mg/L)になったと確認ができた。
A20gに生の人参10gをすりおろして加え、時間の経過によりビタミンCの量がどう変化するかを調べる。

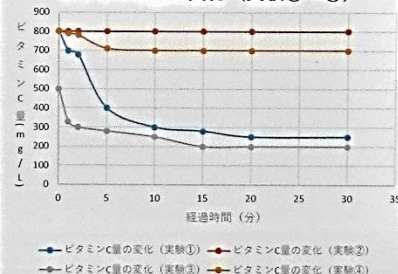
ビタミンC量の変化(実験④)



ビタミンCの量は減少しているが、減少量は少なくなっている。5分経過後は、ビタミンCの量が一定になっている。

研究の結果・まとめ

ビタミンC量の変化(実験①～④)



左から、実験①、実験②、実験③



実験④

考察・感想

- ・生の人参にはビタミンCを壊す物質が含まれていることがわかった。
- ・人参を加熱することにより、人参に含まれるビタミンCを壊す物質に何か変化が起きたのではないかと考えた。
- ・酢酸はビタミンCと生の人参を加えると、ビタミンCの減少が抑制されている。酢酸が、生の人参に含まれるビタミンCを破壊する物質に影響を与えているのではないかと考えた。

- ・人参について参考にしたサイト 野菜と果物のお話 ニンジン 北海道医療大学

(<https://www.hoku-iryo-u.ac.jp/~maruho/2a-10ninjin.html>)

人参の細胞にはビタミンCを酸化して還元作用(活性酸素を除去する能力)を失わせるアスコルビナーゼという酵素が含まれている。アスコルビナーゼは空気にふれると働きだすため、生人参のすり下ろしやそのジュースは自身のビタミンCを破壊するだけでなく、その他のいっしょに用いた野菜や果物に含まれるビタミンCをも破壊してしまうため注意が必要である。なお、このビタミンC分解酵素、アスコルビナーゼは2分間加熱するか酸(たとえば酢)を加えると失活するので、ビタミンCを効率よく摂取するためには、調理方法を工夫する必要がある。

・生の人参を他の野菜と一緒に調理する場合には、ビタミンCが破壊されないように工夫が必要であるとわかった。空気にふれることでアスコルビナーゼが働きだし活性化するため、ビタミンCの破壊が進んでしまう前に、調理後すぐに食べるよう気をつけたい。生の人参と他の野菜を組み合わせる料理する時には注意が必要なので、アスコルビナーゼが失活する加熱調理をすることも効果的だとわかった。これからは、栄養が無駄にならないように、調理方法を工夫していきたいと思う。

工夫した点

- ・より正確な結果を得るため、事前に準備実験を行った。
- ① 人参のもつビタミンCの量を事前に調べた。
- ② 常温に放置した場合のビタミンC量の変化を調べた。
- ③ 純米酢を加えた実験を行った際、ビタミンCの濃度が薄まったため、純米酢に直接ビタミンCを溶かし、ビタミンCの濃度を一定にすることを考えた。

分かった点

- ・生の人参には、ビタミンCを壊す物質が含まれており、酢酸にビタミンCと生の人参を加えるとビタミンCの減少が抑制される。酢酸が生の人参に含まれるビタミンCを破壊する物質に影響を与えていると考えられる。生の人参を他の野菜と一緒に調理する場合には、他の野菜のビタミンCが破壊されないように工夫が必要だと分かった。
- ・生の人参に酢を加えるとビタミンCの破壊が抑制される。栄養分を無駄なく摂取できるように、調理方法を考えていくことが必要である。

もっと追究したい点

- ・紅白なますや野菜ジュース等を使い、ビタミンCの減少を抑制するために必要な酢酸の量を調べる実験をしてみたい。
- ・人参以外にも、ビタミンCを壊す物質が含まれる野菜・果物等があるのかもしれないので、引き続き調べてみたい。

【講評】

自身が見聞きした事象から、その現象について条件を制御しながら実験を行い、データより生の人参に含まれる酵素の性質について考察している優れた作品である。

トンボの時間帯による種類と個体数の変化の研究

広島市立城南中学校 3年5組7番 小村圭以

1. 本研究の動機

僕は、小6から中2の自由研究で、地域の人の憩いの場所である古川の生物を調べてきた。その結果、古川は100万人都市のおひざ元でありながら、意外なほど多種多様な生物がいることを知り、そこから、多種多様な生物が複雑に関わりあうことで、豊かな生態系が成立していることを発見できた。特に昨年の研究では、トンボに着目し、5月～8月の間、トンボの種類と個体数を調べたところ、気温の変化（季節）によってトンボの種類や出現数が変わることを見出すことができた。昨年の場合は季節による気温の変化に着目していたが、1日を通してでも気温は変化するから、時間帯によってトンボの種類と個体数に変化することについての研究がしたいと考えた。

2. 本研究の目的

この3点を今回の研究で明らかにする。

- ①時間帯によってトンボの種類や個体数は変化するのか
- ②どの時間帯の個体数や種数が多くなるのか
- ③もし変化するのであればどの要因と関係があるのだろうか

3. 本研究の仮説

- ①時間帯の違いによって出現するトンボの種類や個体数は変化するかと推測される。
- ②昼の時間帯が最も個体数や種数が多いと推測される。
- ③昨年の研究より、気温の変化が関係していると推測される。

4. 調査方法

①調査範囲

古川は、合流地域より上流部は第一古川と第二古川に分かれているため、これまでの研究成果と比較するため範囲を特定したほうがよいのではないかと思います。範囲を第二古川全域とし、その中でも、上流部をA地点、中流部をB地点、C地点とし、それぞれの地点で調査を行う。（調査範囲は図1）

②調査時間

今回の研究では、時間帯別でのトンボの種類や個体数の変化が調査目的なので、時間帯を朝、昼、夕方の3つに分け調査をする。時間は、朝を7:00～9:00、昼を11:00～14:00、夕方を17:00～19:00とし、その時間帯で約1時間ずつ調査を行う。調査期間は4月から7月までの4か月間とする。（調査の実態を表1にまとめた）

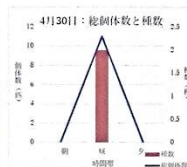
③記録の取り方

上記の地点をそれぞれの時間帯にゆっくり歩く。そして、確認したトンボは、目視で同定可能な場合は捕まえずに同定し記録、同定が目視では難しい場合は捕まえて同定し記録する手法をとる。また、同時に、その種が1匹なら1匹、2匹なら2匹というようにその種が目視した限りでどれくらいの数がいるのかも記録するといった手法で調査を行う。また、第2古川全域の時間帯による気温の変化についても記録した。

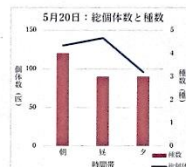


調査結果

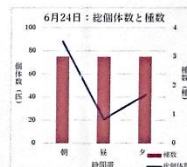
気温(℃)/時間帯	朝	昼	夕方
4月30日	17	21	19
5月20日	22	25	21
6月24日	26.3	28.4	24.6
7月15日	27	28.8	26.3



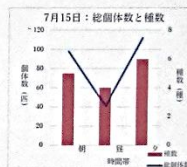
4月30日	朝(17.0)	昼(21.0)	夕方(19.0)
クハヤブ	0	10	0
シオカラトンボ	0	3	0
合計	0	11	0



5月20日	朝(22.0)	昼(25.0)	夕方(21.0)
クハヤブ	2	5	2
ヤマヤブ	2	0	0
ゲンバイトンボ	121	132	93
シオカラトンボ	5	3	1
合計	130	140	96



6月24日	朝(26.3)	昼(28.4)	夕方(24.6)
ゲンバイトンボ	41	11	14
シオカラトンボ	8	5	2
ハグロトンボ	39	5	26
合計	88	21	42



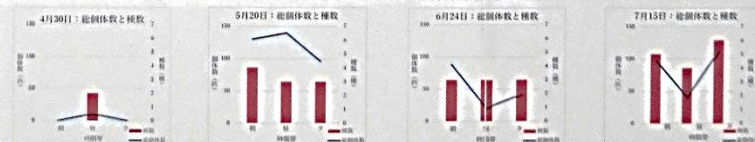
7月15日	朝(27.0)	昼(28.8)	夕方(26.3)
ゲンバイトンボ	6	1	6
シオカラトンボ	16	7	14
ハグロトンボ	60	19	73
ウスバキトンボ	15	14	17
キイトンボ	1	0	1
ヒメヤブ	0	0	1
合計	98	41	112

6. 研究で分かったこと

- ・時間帯によって、トンボの個体数や種数が変化していることが分かった。
- ・仮説とは違い、全体を通して、朝の時間帯が一番個体数や種数が多いことが分かった。
- ・全体を通し、昼の個体数より、朝や夕方の個体数が多いことから、トンボは比較的低い気温のときに多く活動することが分かった。4月に昼に個体数が多いのは、ある程度気温が低いということがいえる。
- ・しかし、気温が同じであるのにも関わらず、朝、昼もしくは昼、夕方に個体数が違ったり、朝、夕方のほうが比較的に個体数多く、昼の個体数がそれよりも少なかった。このことから、気温が直接トンボの個体数の増減に関係していることについてまでは見出すことができなかった。
- ・気温以外にも何かトンボの個体数の増減に関係している要因があることがいえる。

7. 研究後の追加分析

- ・今回パネルを作成するにあたり、グラフを改めて見直した。この際にグラフの最大値がそろっていないことに気がついたので、最大値をそろえてグラフをもう一度作成してみた。



- ・このグラフから、気温が25℃付近がトンボが最も活動的なかもしれないと考えた。

8. 感想

今回の研究を通して、トンボの生態について自分の調査データに基づいて述べることができたが、一方で、調査の仕方に問題があって、仮説を検証するための十分な証拠を得られなかったとも言えない。研究には計画をきちんと立てておくことの大事さと、データを細かく分析することの難しさを学んだ。

来年研究する時は、調査回数を統一し、もし地点で区切るようなら地点別の気温をしっかりと計ることをしっかりと徹底したうえで、トンボの時間帯による個体数の変化と気温の関係を再び調べたい、と思った。途中夏の猛暑や雨もあり、来年も調査は大変そうだが、トンボの時間帯による個体数の変化と気温の関係を解明するため頑張っていきたい。

【特選】

広島市立城南中学校

第3学年

小村 圭以

工夫した点

- ・ 今回の研究の鍵となる要素は気温であるため、気温の計測をできるだけ正確に行った。
- ・ 自分の調べることができる範囲内で、トンボの数を計測し、記録を取りやすいようノートを持ったまま調査を行った。

分かった点

- ・ 気温により、個体数の大幅な変化が生じたため、トンボの個体数の変化と気温の変化は関係していることが分かった。
- ・ 4月、5月の1番多い時間は昼であったこと、だんだんと全体の気温が高くなるにつれ、次第に朝と夕方の方が多くなったことが分かった。

もっと追究したい点

- ・ トンボが気温によって個体数が変化することが分かったが、どれくらいの気温で多く出現するか、反対にどれくらいの気温が一番減少するかについて調べてみたい。
- ・ 個体数の増加に気温以外の他の環境的要因がないかについて追究したい。

【講評】

出現するトンボの種類や個体数に、気温以外の要因が関係している可能性についても言及するなど、丁寧に考察をしている優れた作品である。

調査により得られた干潮時のヒザラガイの移動

呉市立広南中学校 2年 工藤 樹

1 研究の動機

僕は2021年から2年間呉市に方の海岸と自宅で「ヒザラガイの移動をこの目で見る」ということを最終目標として、様々な研究を実施してきた。これまでの研究で①春季と夏季の間には移動距離に明確な差はないこと、②カキ殻が多い場所の方が少ない場所に比べて、滞在期間が長いこと、③カキ殻が日差しによる熱や捕食魚から身を守るために重要な役割を果たしていると推定されるという3つのことを明らかにした。しかし、最終目標としてきた野外で目視による移動を確認することは出来なかった。そこで今年は干潮時におけるヒザラガイの移動を直接観察するために、調査手法を改良して最終目標の到達を目指した。この目標を補完するために、気温と移動の関係についての屋外実験と満潮時の移動を推定する調査を実施した。また、重要な生息場所であるカキ殻の分布密度と生息密度の関係についても併せて調査を実施した。

2 研究の目的と仮説

- ① 干潮時におけるヒザラガイの移動を目視により明らかにする。
【仮説】冬季の干潮時間帯の方が他の季節に比べて、良く移動する。
- ② 季節による気温変化とヒザラガイの移動距離に相関性はあるのかを明らかにする（屋外実験）。
【仮説】実験条件下でも、夏季よりも冬季の方がよく移動する。
- ③ 潮時におけるヒザラガイの移動を目視により明らかにする。
【仮説】連続する調査日の間で明確な移動がない個体であっても、体軸の角度変化から移動の痕跡が確認出来る。
- ④ 潮時におけるヒザラガイの移動を目視により明らかにする。
【仮説】カキ殻の分布密度が高い場所の方が、ヒザラガイの生息密度が高い。

3 研究対象とした生物



ヒザラガイ *Acanthopleura japonica*

4 研究の方法

- ① 全てのコドラートを対象に標識したヒザラガイ（主に10個体）の水平および垂直位置を設置した起点から測定した。測定の回数は1回あたり2時間とし、30分間隔で5回とし、すべての位置を繋げて、移動距離を求めた。
- ② 用意した4つの各水槽内にヒザラガイを1個体収容し、底面左側を基点とし、そこから横および縦方向、そして垂直方向の位置を1時間ごとに測定した。それらの位置を繋げて移動距離を算出した（測定時間は1時間間隔とし最長24時間）。
- ③ ヒザラガイ20個体を1日1回、コドラート中央の側面の糸と頭板の向きから得た角度を分度器を用いて測定し、その角度を近接する調査日間で比較した。
- ④ すべてのコドラートを上方と下方に分け、単位面積あたりのカキ殻とヒザラガイの個体数をエリア別に計数した。

5 研究の結果

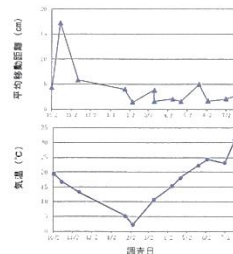


図1 調査期間を通したヒザラガイの平均移動距離と気温（呉市度表）の推移。気象庁から呉市度表の気温を使用した。気温は調査開始時刻と終了時刻の平均を示した。

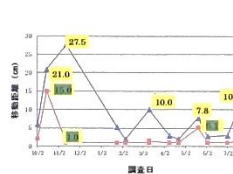
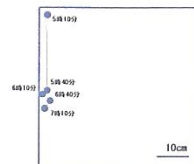


図2 すべてのコドラートにおける最長移動距離と最短移動距離の推移。黄色が最長移動距離、青が最短移動距離の結果を示す。3月11日は午前と午後2回に調査を実施している。



補遺図1 野外調査において最も移動した標識ヒザラガイの移動の軌跡（模式図）。2023年11月12日、5時10分から7時10分までの調査結果を示した。

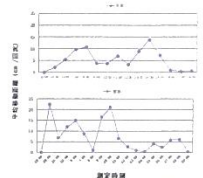


図3 野外実験におけるヒザラガイの移動距離の推移。上図に示す、干潮時に最も移動した個体の平均移動距離を示す。その2023年11月12日から11月13日の調査結果を示す。調査は1日おきより6日から24時間の調査結果を本図内で実施した。

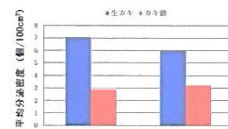


図4 全コドラートの上方と下方の生きたカキとカキ殻の平均分布密度の比較。干出時間の長い上方と短い下方で生きたカキと死んだカキの個体数密度が異なるかを比較した。

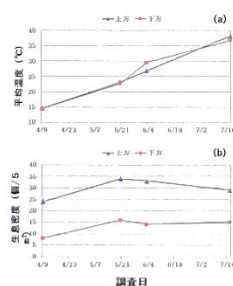


図5 全コドラートにおける上方と下方のコンクリート敷の温度 (a) とヒザラガイの生息密度 (b) の推移 (4月9日～7月17日)。

表1 野外実験において冬季および夏季に使用した各個体の移動距離の平均、最長、最短とそれらの平均

個体	A	B	C	D	E	F	G	H	平均
冬季	平均 1.3	2.8	1.7	2.1	5.1	3.8	4.9	4.5	3.5
	最長 10.8	10.7	12.8	14.7	25.8	11.8	26.9	4.3	20.9
	最短 0	0	0	0	0	0	0	0	0
夏季	平均 3.2	3.2	5.7	7.6	3.7	10.3	1.5	9.5	5.5
	最長 44.2	18.5	87	43.7	67	50.5	1.1	87	51.5
	最短 0	0	0	0	0	0	0	0	0

A～Hが冬季に、I～Pが夏季に水槽内で実験した個体を示す。水槽1つにつき1個体のヒザラガイを収容した。

表2 全コドラートに出現した各標識員 (A～T) の体側角度の推移

標識員	調査日	C	D	F	G	H	I	N	O	S
歩数	7月17日	314	283	298	264	36	137	15		
	7月22日	292	76	259	62	108	245	211	119	273
	7月23日	232	126	166	59	95	157	217	219	273
体側角	調査日	E	J	L	M	Q	T			
	7月17日	158	76		43	97				
	7月22日	30	124	78	145	138	76			
	7月23日	375	145	86	233	65	301			

標識員	調査日	A	B	K	P	R
歩数	7月17日	96	297	118	55	110
	7月22日	46	302	124	245	85
	7月23日	325	318	115	146	93

西から東方向に設置した中央水平方向のコドラートの紐を起点として、東側から紐を起点に標識員の角度がどのように変化しているかを測定した。

6 研究で分かったこと

- ① 野外調査において、秋季の平均移動距離が最長だったが、最長移動距離と最短移動距離の差は同じ季節でも幅が大きく、季節的な特徴はなかった。そのため、ヒザラガイの移動は季節差よりも個体差の方が大きいと推察された（図1、2、補遺図1；移動の例）。
- ② 屋外実験における平均移動距離を比較すると夏季の方が冬季に比べて長くなっていったが、個体の移動差は大きかった。このため、同じ夏季でも調査地より気温の高い水槽内では、ヒザラガイの逃避が促進されたと推定した（図3、表1）。
- ③ 同じ様な位置にいたヒザラガイも満潮時には体側の角度が変化していた（例えば、個体Hは1日で264°から95°に体側の角度が変化）。このことから、ヒザラガイは満潮時には何らかの移動、または回転等の小さな動きがあると推定された（表2）。
- ④ 潮汐の影響を受けやすいコドラートの下方と受けにくい上方を比較すると、カキ殻の密度に差がないにも関わらずヒザラガイの密度は上方の方が下方よりも高かった。このことからヒザラガイは潮間帯の中でも比較的地温の高いエリアを選択して利用していると推定された（図4、5）。

7 感想

今年は秋季や冬季のヒザラガイの移動を見るために、始めて暗がりの中調査を早朝に実施した。良く潮が引く時間帯が早朝にしかないとはいえ、周りが暗いので細かい作業をヘッドライトを着用して行うのはとても大変だった。最も早い日には朝2時に起床することもあった。僕がここまで苦労してきた理由はヒザラガイの移動を見たいという一心からだ。この思いを成し遂げるために、昨年は1日1回2時間（1回）という調査手法だったが、今年は1日2時間（30分ごとに5回）という高頻度な調査手法に変更した。この手法のお陰か、ついに干潮時の野外でヒザラガイの移動を確認することに成功した。僕は小学6年生の頃からヒザラガイの移動を確認することを目指して研究を続けてきたので、初めて野外で移動を観察できた時はとても感動した。困難なことも工夫や努力で達成できることを少し感じることが出来た。今年も昨年同様にWordを使用し、科学研究の文章を作成した。また、Excelも本格的にデータを入力して演算式を活用した。昨年と同じ様にPCソフトを使用したけど、今年の方が昨年より長い文章を作成し、かなり多くの数値の入力を行った。終わってみると、これが自分の成長なのではないかと感じた。

工夫した点

- ・昨年度までの研究では、ヒザラガイ1個体の調査の頻度を1日当たり1回としていたが、移動を確認できなかったため、移動を確認しやすい1日当たり30分5回にした。
- ・本種のいた場所といなかった場所の生息環境を調べるために、10cm正方形の枠を使用して、カキとカキ殻の密度を計算した。

分かった点

- ・干潮時の本種の移動について通年調査したところ、気温の変化と移動との間には関係性が認められなかった。このことから、本種の移動には気温条件よりも、個体差の方が大きい影響を与えると考えられた。
- ・本種の分布密度は、カキ殻の密度や地表の温度に関わりなく、潮間帯の下方よりも上方の方が高かった。

もっと追究したい点

- ・研究してきた場所の本種がどの様に生息場所（主にカキ殻）を選んでいるのかを知りたい。
- ・各個体は個体間で、どのような行動を示しているのかを解明したい。

【講評】

ヒザラガイが生息しているかどうかとカキ殻の有無とを関連付けて考察するなど、広く深く追究している、優れた作品である。

ハサミによる切断音の発生原因について

広島大学附属高等学校 科学研究班 Ⅲ年 妹尾紗良 中野千早音 中原鈴葉 篠原龍之介

研究背景・目的

ハサミの使用時の音を不快に感じる人がいるという話を聞き、ハサミの切断音の発生原因に疑問を持った。そこで、切断音の発生原因を解明し、この音を軽減することを目的に研究を進めることとした。

仮説

研究を進めるにあたって以下の仮説を立てた。
ハサミの切断音は以下の3つの要素で構成されているのではないか。

- ①ハサミの刃と刃の摩擦音
- ②ハサミと紙の摩擦音
- ③紙の破壊音

準備

使用したハサミ(図1-3)と実験装置(図4)



図1 ハサミ1



図2 ハサミ2



図3 ハサミ3

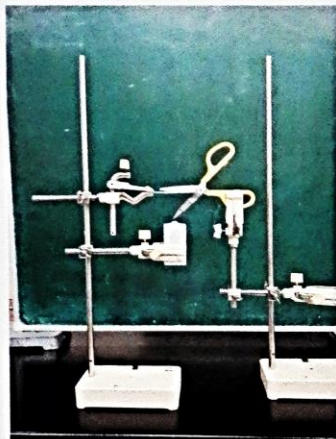


図4 実験装置

予備実験

(a)目的

切断音の発生原因は紙の破壊音の影響が大きいという仮説のもと、切断音を構成する空切り音と紙切り音のスペクトルの比較をする。

(b)実験方法

- (1)紙切り音、空切り音、環境音を録音する。
- (2)録音した音をデジタル音声編集ソフトAudacityの解析機能でスペクトルグラフに変換する。

(c)結果

三種類のスペクトルグラフを重ねると以下の通りとなった。

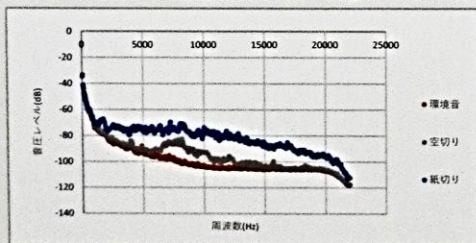


図5 スペクトル重ね合わせ

(d)考察

グラフより、ハサミの切断音には切られる紙から発生する音が大きく影響していることが分かった。

まとめ

実験の結果、ハサミの切断音は、ハサミそのものから生じる空切り音と紙が破壊されることで生じる紙の破壊音で構成されており、そのうち紙の破壊音が大きく関わっていることが分かった。ハサミを動かす速さが速いほど音は大きくなるが、ある一定の切断速度を超えるとそれ以降は音圧レベルは上昇しないことが分かった。一方で、ハサミの刃表面の摩擦が小さいほど音も小さくなることが分かった。また、切断音の大きさには限界があり刃の形状ごとに異なるということが分かった。

今後の展望

ハサミでものを切るときの音を小さくし、感覚が過敏でハサミの音を怖がる方でも安心してハサミを使えるよう音を小さくするハサミの刃の最適条件を見つけていきたい。

参考文献

切削加工における騒音の解析—単一刃工具による金属切削時の音圧レベル—
http://www.jstage.jst.go.jp/article/jispe1933/49/3/49_3_377/_pdf-char/a

実験Ⅰ

(a)目的

ハサミを動かす速さを変えたとき切断音にどのような影響があるかを調べる。

(b)実験方法

- (1)刃の形状の異なる三種類のハサミを使用する(ハサミ1-3)。
- (2)ハサミで紙を切る。この時切る速さを様々に変え、最大音圧を記録する。3つのハサミそれぞれに80個、計240個のデータを取る。
- (3)得られたデータをもとに散布図を作成し、結果を比較する。
なお、ハサミを動かす速さ(切断速度)は以下のように定義する。
切断速度(度/s)=45度/切り始めから切り終わりまでの時間の差

(c)結果

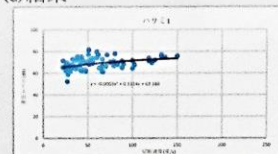


図6 ハサミ1の音圧レベルと切断速度

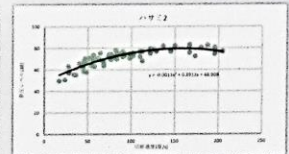


図7 ハサミ2の音圧レベルと切断速度

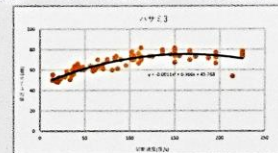


図8 ハサミ3の音圧レベルと切断速度

(d)考察

実験の結果から、切断速度が大きくなるほど発生する音の音圧レベルも大きくなると考えた。ただ、仮説と反して音圧レベルには限界があり、ある一定の切断速度を超えるとそれ以降は音圧レベルは上昇しないと考えられる。また、この値はハサミごとに固有の値があることが分かった。

実験Ⅱ

(a)目的

ハサミの切断音にハサミの刃と刃の摩擦音が影響を与えているという仮説のもと、摩擦と切断音の関係を調べる。

(b)実験方法

- (1)ハサミの刃にグリスを塗り紙を切る。この時、切る速さを様々に変え、最大音圧を記録する。これを20回行う。
- (2)得られたデータをもとに散布図を作成し、結果を比較する。

(c)結果

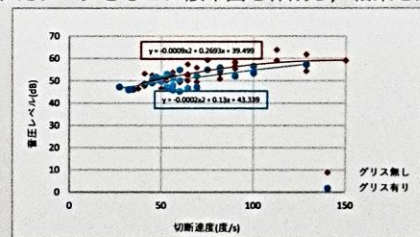


図9 グリスの有無と音圧レベル

(d)考察

実験の結果、ハサミの表面の摩擦を減らすことによりハサミの切断音を軽減させることができると分かった。

【特選】 広島大学附属高等学校 第3学年 妹尾 紗良 中野 千早音
中原 鈴葉 篠原 龍之介

工夫した点

- ・手動のまま実験でき、その上で再現性を失わない実験装置を作成した。
- ・刃の速度や刃表面の摩擦の比較実験を行う上で、データを多くとって信頼性を保ったり、グリスを塗って摩擦を減らしたりする工夫をした。

分かった点

- ・ハサミの切断音は、ハサミそのものから生じる空切り音と紙の破壊音で構成されており、そのうち紙切り音が大きく関わっていること。
- ・ハサミを動かす速さが速いほど音は大きくなるが、ある一定の切断速度を超えると、それ以上、音は大きくならないこと。
- ・刃表面の摩擦が小さいほど音も小さくなること。

もっと追究したい点

- ・切る時に加える力と切断音の大きさとの関係についても追究したい。
- ・実験で分かった切断音の大きさを変化させる原因を踏まえて、より切断音の小さいハサミの刃の最適形状を見付けていきたい。

【講評】

ハサミが紙を切る音といった、身近な現象に着目し、様々な要素を考慮に入れ、分析を行い、原因を突き止めている優れた作品である。

硝酸銀水溶液に黄銅板を入れて生じる金属樹

広島女学院高等学校理科部化学班

2年 木野村明優 和田桃花 廣川那奈 城市咲来 1年 吉野京香 山地凛 中元悠那 水野樹梨重 谷口文音

1.はじめに

(金属のイオン化傾向)

(大) Li K Ca Na Mg Al **Zn** Fe Ni Sn **Pb** (H₂) **Cu** Hg **Ag** Pt Au (小)



写真1 (CH₃COO)₂Pb aq + 亜鉛



写真2 Cu(NO₃)₂ aq + 鉄



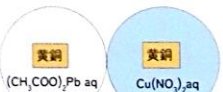
写真3 AgNO₃ aq + 銅

〈黄銅とは〉
亜鉛と銅の合金
亜鉛が約40%、銅が約60%

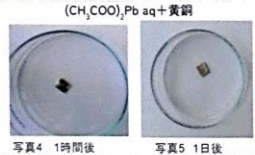
〈目的〉
金属樹の水溶液に、亜鉛板、銅板、黄銅板を加えたときに生成する金属樹を比較し、そのメカニズムを明らかにする

2.実験方法と結果

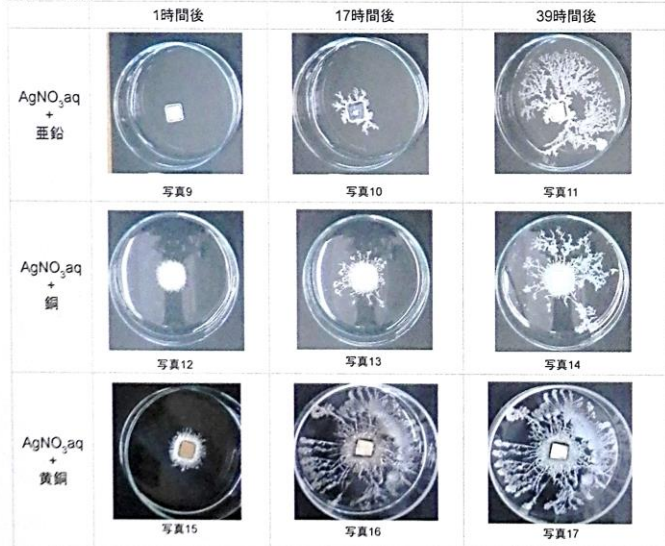
(実験1)



(実験1の結果)



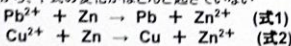
(実験2の結果)



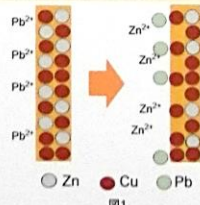
3.考察

3-1. (CH₃COO)₂Pb aqとCu(NO₃)₂ aqに黄銅板を置いたときの結果に関する考察

結果から、下式の変化がほとんど起きていない

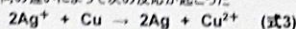


黄銅の表面の亜鉛は反応するが、黄銅の中の亜鉛は周りの反応しない銅原子の存在によって、移動できず反応しなかったため(図1)

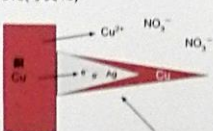


3-2. AgNO₃ aqに銅板を置いたときの結果に関する考察

イオン化傾向の違いによって次の反応が起こった



夏に室温38℃で実験したあるシャーレでは銀樹の上に赤色の銅が析出した(写真18)

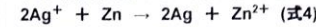


生成した銀樹と銅板、Cu(NO₃)₂ aqからなる局部電池を形成

→シャーレの温度が上がることによって電子の動きが活発化し、銀樹に銅がめっきされた(図2)

3-3. AgNO₃ aqに亜鉛板を置いたときの結果に関する考察

イオン化傾向の違いによって次の反応が起こった



2Ag⁺の周りに灰色の金属樹と黒色物質が生じていた

→卓上電子顕微鏡で灰色の金属樹と黒色物質を観察

→違いはよくわからなかった(写真21~23)

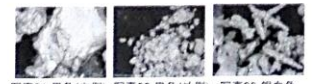


写真21 黒色(内側) 写真22 黒色(外側) 写真23 銀白色

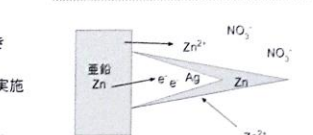
仮説: 黒色物質は銀ではなく酸化銀ではないか?

→黒色物質を取り出して1mol/Lの希硫酸の中に入れた

→黒色の部分のみ希硫酸に溶けた

→黒色物質は銀が酸化されてできた酸化銀である

初めに生じた銀はすぐに酸化を受け、黒色の酸化銀となり、金属樹の広がりが小さくなった。



仮説: 亜鉛板でも同じく局部電池を形成し、銀樹上に亜鉛めっきが生じるのではないかな?

→灰色の部分をも1mol/Lの希硫酸で溶かし亜鉛バックテストを実施

→0.1mg/Lほどの亜鉛イオンが存在する

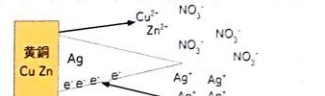
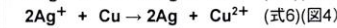
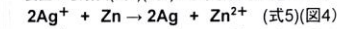
生成した銀樹と亜鉛板、Zn(NO₃)₂ aqとの間に局部電池を形成

→電位差が大きいため温度が高なくても銀樹の上に亜鉛がめっきされた(図3)

3-4. AgNO₃ aqに黄銅板を置いたときの結果に関する考察

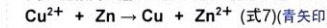
①銀樹の析出

表面から順次(式5)(式6)のような反応が起こった

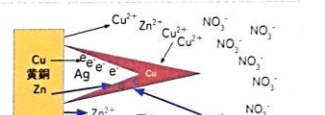


②銅の析出

イオン化傾向の違いによって次の反応が起こった

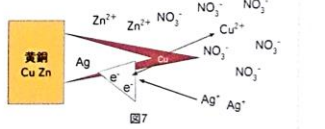
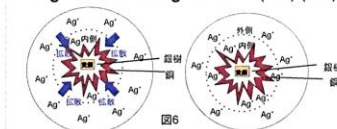
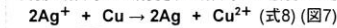


局部電池を形成し、銅がめっきされている反応も起きている(黒矢印)(図5)



③銀イオンの拡散と銅の溶解

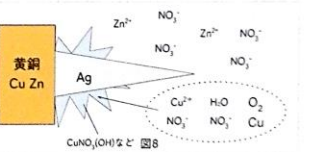
内側の銀イオンが消費されて銀イオンの濃度が小さくなり、銀イオンは内側に拡散する(図6)



④塩基性硝酸銅(II)の析出

③の銅が酸化を受け、水溶液中の硝酸イオンと反応

→CuNO₃(OH)などの塩基性硝酸銅(II)が生じた(図8)



<偽黄銅板> 亜鉛板と銅板を接触させて作った金属板(偽黄銅板(図9))を用いて実験2を行った

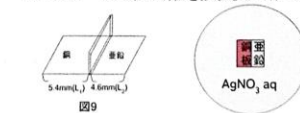


写真22 1時間後 写真23 1日後

結果: 亜鉛からも銅からも銀樹が生じた
→亜鉛のイオン化傾向は銅より大きいので、水溶液中の銀イオンとはどちらも同様に反応する

結果: 銀樹の表面が黄白色と赤色の金属でめっきされた

→蛍光X線分析を行った(表)

→黄白色、赤色の金属は、局部電池によって銀樹の上に銅や亜鉛がめっきされたものである

表 蛍光X線分析結果

	銀(%)	銅(%)	亜鉛(%)
黄白色	95.9	2.0	1.9
赤色	92.2	4.2	3.5

4.結論

- ・酢酸鉛(II)水溶液や、硝酸銅(II)水溶液に黄銅板を置くと、黄銅中の亜鉛は反応しにくい
- ・黄銅の表面ではなく、内側にある亜鉛は金属イオンとは反応しない
- ・硝酸銀水溶液に銅板を置くと、室温では銀樹が析出する
- ・硝酸銀水溶液に銅板を置くと、室温が38℃では、銀樹のまわりに銅がめっきされることがある
- 析出した銀樹と銅板、硝酸銅(II)水溶液の間に局部電池を形成したことが原因
- ・硝酸銀水溶液に亜鉛板を置いて生じる金属樹には黒色物質として酸化銀が生じた
- ・硝酸銀水溶液に亜鉛板を置くと、銀樹の周りに亜鉛がめっきされる
- 析出した銀樹と亜鉛板、硝酸銀水溶液の間に局部電池を形成したことが原因
- ・硝酸銀水溶液に黄銅板を置くと、次の4段階の反応がみられる
- ①銀樹の析出→②銅の析出→③銀イオンの拡散と銅の溶解→④塩基性硝酸銅(II)の析出
- ・硝酸銀水溶液に偽黄銅板を置くと、銀樹が析出した後に、銅が析出した後に金属樹の付近に生じる青白色の物質の組成式を決定する
- ・硝酸銀水溶液に黄銅板を置いたときに銀樹に亜鉛めっきが起きているかどうかを確認する

5.今後の課題

- ・金属樹を生成する実験の際の室温によって金属樹のでき方が違うことがあった
- 金属樹生成の際に温度がどう関係しているか検証する
- ・硝酸銀水溶液に偽黄銅板を置いて銀樹が生じた後に、銅が析出した後に金属樹の付近に生じる青白色の物質の組成式を決定する
- ・硝酸銀水溶液に黄銅板を置いたときに銀樹に亜鉛めっきが起きているかどうかを確認する

参考文献

- 1) 橋本 1974年 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社
- 2) 山崎 1974年 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社
- 3) 山崎 1974年 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社
- 4) 山崎 1974年 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社
- 5) 山崎 1974年 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社
- 6) 山崎 1974年 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社
- 7) 山崎 1974年 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社
- 8) 山崎 1974年 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社
- 9) 山崎 1974年 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社
- 10) 山崎 1974年 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社 化学工業社

【特選】	広島女学院高等学校	第 2 学年	木野村 明優	和田 桃花
			廣川 那奈	城市 咲來
		第 1 学年	吉野 京香	山地 凜
			中元 悠那	水野 樹梨亜
			谷口 文音	

工夫した点

- ・亜鉛板、銅板を用いたときと黄銅板を用いたときで金属樹の生成に違いがあったので、そのことについてより深く理解するために偽黄銅板という亜鉛板と銅板を接触させてつくった金属板を用いて実験を行い、考察をした。
- ・偽黄銅板を用いたときに析出した黄土色の金属の組成を調べるために、広島市工業技術センターの蛍光 X 線分析装置を使って分析した。
- ・金属樹の析出の順番や時間を知るために 1 時間ごとに写真を撮影し、変化を観察した。

分かった点

- ・硝酸銀水溶液に黄銅板を置くとイオン化傾向の差による酸化還元反応や溶液中のイオンの拡散によって次の 4 段階の変化が見られる。
①銀樹の析出 ②銅の析出 ③銀イオンの拡散と銅の溶解 ④塩基性硝酸銅（Ⅱ）の析出
- ・硝酸銀水溶液に偽黄銅板を置くと、イオン化傾向の差によって銀樹が析出し、その後、赤色や黄土色の金属によってめっきされるが、これは亜鉛と銅の合金であると考えられる。

もっと追究したい点

- ・金属樹を生成する実験の際の室温によって金属樹のでき方が違ったり、中心の金属が動いたりすることがあった。そのため、金属樹生成の際に温度がどう関係しているか調べる。
- ・黄銅以外の他の合金でも金属樹のでき方について調べる。

【講評】

合金の酸化還元反応に着目して、黄銅と硝酸銀水溶液との反応の過程を様々な視点から分析し結論を導き出している優れた作品である。

* 第 67 回 日本学生科学賞 *
入選 1 等

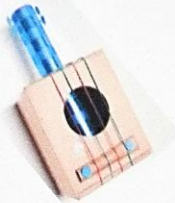
工夫した点
・甲虫を指標として里山の状態を評価しようとした。 ・誰でもより簡単に、より楽に、身近な里山の調査ができるようにした。 ・林床環境の変化に影響を受けやすく、比較的、全国の里山に分布する甲虫類を指標生物にした。

分かった点
・甲虫を指標として里山の遷移の評価ができる可能性がある。 ・採集できる甲虫の種類が多くないため、同定が比較的しやすい。 ・本研究の指標は、瀬戸内海沿岸と近畿地方の一部で使えるかもしれない。

もっと追究したい点
・全国の里山で調査を行いたい。 ・より正確な評価をするために、甲虫と森林との関わりを継続的に調べたい。

【講評】

本研究の成果を、緊急的な対応が必要な里山かどうかを簡便な方法で見極めることに活用するなど、実践的応用が期待される優れた作品である。



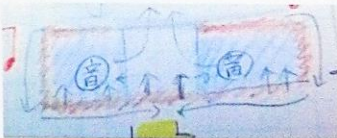
音量の変化について ～自作ギターを用いて調べる～



研究をしようと思ったきっかけ

休みの日に部屋の整理中、小学生の時の図工で作ったギターを見つけた。それで遊んでいるときにふと、「この音の大きさは、何が関係しているのだろうか。」と思った。そこから、ここからでてくる音の音量は何によって変化するのかについて興味を持ち、研究を始めようと思った。

事前調べ



弦を弾くと、その振動で表板全体に伝わって、側板・裏板にも伝わりギターの中の空気にも共鳴して、穴から音が出てくる。

研究1-1 穴の大きさと音量の関係とは

- ①揃える条件...箱の大きさ・状態・輪ゴム(弦)の数
- ②変える条件...穴の大きさ

研究方法

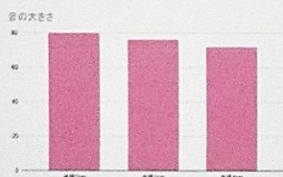
- ①ギターの輪ゴムを2cmほど伸ばし、戻るときに出る音の大きさを測る。
- ②穴の半径1センチメートル大きくする。
- 【①～②を二回繰り返す】【2セットする】



研究の結果

	1回目	2回目
半径2cm	82dB	79dB
半径3cm	76dB	77dB
半径4cm	73dB	74dB

	1回目	2回目
半径2cm	80dB	78dB
半径3cm	77dB	74dB
半径4cm	73dB	71dB



◎1回目の平均

◎2回目の平均

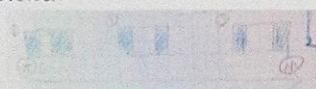
◎全体の平均

半径2cmのとき	80.5dB	79.0dB	79.75dB
半径3cmのとき	76.5dB	75.5dB	76.0dB
半径4cmのとき	73.5dB	72.0dB	72.25dB

研究1-1のまとめ

- ・半径が大きくなると、音は小さくなる。
- ・半径が1cm大きくなると3.75dB小さくなる。
- ・つまり、空気と振動の共鳴する範囲が小さくなるほど音は小さくなる。

☆音の大きさの変化には、
1立方センチメートルの空気と振動が共鳴できる範囲
が関係している



疑問

計算で求めると、半径が1cm変化する事に、3.14dB変化した。
つまり、1立方センチメートル、穴(円柱)が大きくなる度
【3.75+3.14=1.9426751592+2】になり、約2dB小さくなる。

計算で求めたけれど、これは本当なのだろうか？

研究1-2 音量の変化の仕方に決まりはあるのだろうか

- ①揃える条件...箱の大きさ(2.5×9.7×19.5)・状態・輪ゴムの数
- ②変える条件...穴の大きさ

研究方法

- ①ギターの穴を2×8の長方形にする。(研究1-1と同じ方法)
- ②音量を疑問のところで考えたことをもとに予想する。
- ③音量を実際測る。④穴を1cm大きくする。
- 【②～④を2回繰り返す】【2セットする】



研究の結果

2×8の穴のとき	平均 79dB	※基準とする
3×8の穴のとき	予想(1×8×2.5)÷2=10	79-10=69(dB)
	平均	69dB
4×8の穴のとき	予想(1×8×2.5)÷2=10	69-10=59(dB)
	平均	59dB

(1×8×2.5)÷2=10で、-10dBずつ変化している

研究1-2のまとめ

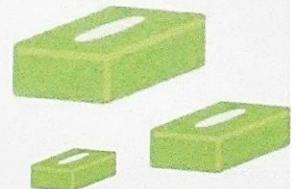
研究1-1で考えた疑問通り、1立方センチメートル穴を大きくすると約2dB音が小さくなる。

研究2 箱の大きさと音量の関係とは

- ①揃える条件...穴の大きさ・箱の状態・輪ゴムの数
- ②変える条件...箱の大きさ

研究方法

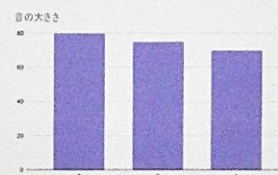
- ①ギターの輪ゴムを2cmほど伸ばし、戻るときに響く音を測る。
- ②箱の大きさを測って①を行う。
- 【大・中・小の全てで行う】【2セットする】



研究結果

	1回目	2回目
大 356.4	78dB	80dB
中 118.1	77dB	75dB
小 77.4	70dB	72dB

	1回目	2回目
大 356.4	79dB	83dB
中 118.1	74dB	72dB
小 77.4	71dB	68dB



◎1回目の平均

◎2回目の平均

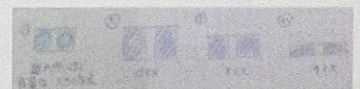
◎全体の平均

大 356.4	78.0dB	81.0dB	80.0dB
中 118.1	76.0dB	73.0dB	74.5dB
小 77.4	71.0dB	69.5dB	70.25dB

研究2-1のまとめ

- ・箱の大きさが小さくなる事に、音量は小さくなる。
- ・空気と振動が共鳴する範囲が小さくなるほど音は小さくなる。

☆音の大きさの変化には、(研究1-1に加えて)
③箱の大きさ
も関係している



研究全体のまとめ

- ギターの音量の変化は、空気と振動が共鳴できる範囲によって変化する。
- ・箱の大きさを測らず、穴の大きさを測ったとき、穴が大きいと音は小さく、小さいと音は大きくなる
- ・穴の大きさを測らず、箱の大きさを測ったとき、箱が大きいと音は大きく、小さいと音は小さくなる

参考文献

https://www.yamaha.com/ja/musical_instrument_guide/acoustic_guitar/mechanism/

工夫した点

- ・実験の結果から、新たな疑問・考えを見付け、その解決に取り組み、より確かな最終的な結果が出るようにした。
- ・ギターをもとに考えていたので、本物のギターもインターネットで見ながら、小学校のときに作ったギターに少し付け加えをしながら再現した。
- ・実際に関連する情報は、インターネットで調べたり、家族に聞いたりなどして、自分の中の考えを広げながら自由研究に取り組んだ。
- ・今までの知識や前実験の結果や考察をもとに、「次はこうなるのではないだろうか」と予想を立てて、それに沿った実験計画を立てるようにした。
- ・実験の記録をより正確なものにするために、2回記録を取り、その平均を求めて結果とした。
- ・実験を行うときは、自作のギターを用いた。そのため、①コンパスで大きな円をかく。②①よりも小さな円を2つかく。③小さな円からカッターで切り、実験を始める。という手順で、少しでも正確な大きさの穴が開けられるようにした。
- ・目的がブレないように、実験で揃える条件と揃えない条件を明確にしてから進めた。
- ・実験から出た結果をもとに、規則性を見付け、その考えた規則性は正しいのかということを実験で確かめ、立証した。

分かった点

- 【実験1から分かった点】
- ・音の大きさの変化には、ギターの穴の大きさと空気と振動が共鳴できる範囲が関係している。ギターの穴は大きいと音は小さくなり、小さいと音は大きくなる。また、空気と振動が共鳴できる範囲が大きいと音は大きくなり、小さいと音は小さくなる。
- 【実験1－2から分かった点】
- ・ギターの穴を1cm大きくすると、約2dB音が小さくなる（空気と振動が共鳴できる範囲が広いと、音は大きくなる）。
- 【実験2から分かった点】
- ・音の大きさの変化には、箱の大きさが関係している。ギターの穴の大きさが同じとき、箱が大きければ大きいほど音は大きくなる（空気と振動が共鳴する範囲が広くなると、音が大きくなる）。

もっと追究したい点

- ・箱のどこまで振動が響いて、穴から音が出て私たちの耳に聞こえているのだろう。空気と振動が共鳴できる範囲には限界があるのか。
- ・空気と振動の共鳴する範囲を大きくする方法は、今回の実験で行った以外の他にもあったのだろうか。
- ・実験を行っていく中で、輪ゴムによって音の高さが少しずつ変わっていたような気がした。そこから、ギターの音の高さの変化は何によって変わっているのか追究したい。
- ・ギターのように音になる楽器は、現在たくさんある。それらの音量の変化は、ギターと同じ要因でなっているのか、それともまた別のことがあるのかについて追究したい。

【講評】

自ら生じた疑問を解決するために、根拠に基づいた仮説を立て仮説にあった検証実験を計画し、結果から素直に考察して結論を導き出している優れた作品である。