

第68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
物理	広島女学院中学校	3	岩田 和奏	扇風機の羽の素材・枚数と空力騒音との関係について	全国出品
	江田島市立能美中学校	1	桂 唯那	寝ぐせを防ぐ研究	全国出品 広島県科学賞 委員会賞
地学	尾道市立栗原中学校	3	青山 希美	日本の川水質大調査 ～最終章～	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	広島県立広島高等学校	3	潮 權宜	液体の性質の違いによる落水音の性質の変化	全国出品 読売新聞社賞
化学	広島県立広島高等学校	3	佐々木 百香	卵殻を用いた銅(Ⅱ)イオンを含む水の浄化	全国出品
生物	広島県立 西条農業高等学校	3	奥戸 希海斗	コオロギのフンの潜在的生物機能 ～フンに含まれる微生物の力で土壌改良材を開発～	全国出品
		1	佐々木 親之		
			上垣内 豪大		

<科学賞委員会特別賞>

区分	学校名	学年	氏名	作品名
物理	広島大学附属高等学校	3	入澤 瑠星	熱音響現象の実用化を目指して
			小井手 寛大	
			網岡 和希	
			加藤 弘起	
			穴迫 祐	
			桐原 啓	



*作品名は、出品時の作品名どおりに記載しております。

*紹介画像は、研究内容を分かりやすくパネルにまとめていただいたものです。

パネルの現物は、広島県立教育センター 科学・芸術教育棟 1階～3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。

*学校や教科部会等へのパネル等の貸出も可能です。(科学研究の奨励及び充実・発展を目的とする場合に限る。)

扇風機の羽根・枚数と空力騒音との関係

広島女学院中学校3年 岩田和奏

【研究の動機・仮説】

疑問
・そもそもなぜうるさいのか？
・どう改善したら良いのか？

調べてみると…

仮説
・羽根の素材
実際の商品に使われている素材PP（ポリプロピレン）は騒音を出しにくい。またそれは、軽くて丈夫なことが関係している。
・羽根の枚数
羽根の枚数を増やすと騒音アップ（＝枚数を減らすと騒音は減少する。）
（Panasonicの『よくあるご質問』より）

強力なモーターや熱源が必要ない手作り扇風機で実験！（図は羽根がないとき）

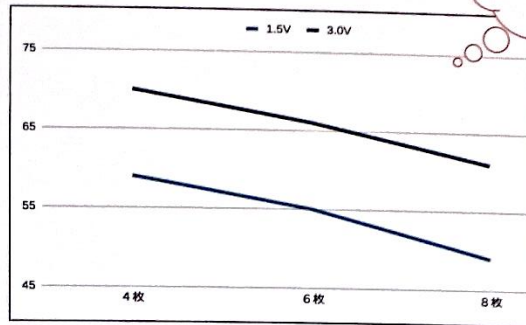
ドライヤーってうるさいな…約70dB

プロペラの空力騒音が関係していそう！

【実験2の結果】（アルミ皿の羽根）

	4枚	6枚	8枚
1.5V	59dB	55dB	49dB
3.0V	70dB	66dB	61dB

耳でもわかるくらいの変化

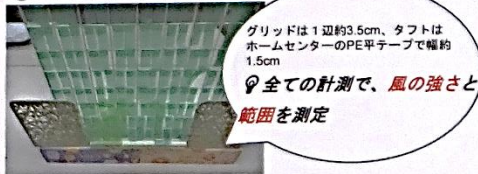


【実験の準備】 @広島市立大学ゼミ室

- ①暗騒音を測る。結果…37dB [ささやき～小鳥の声] 実験に適した静かな環境。
- ②羽根のない円盤だけの状態で騒音レベルを測る。
1.5V・・・75dB
3.0V・・・80dB
- ③タフトグリッドを用意する。



～騒音の測定方法～
・Splend Appsの『騒音測定器』を使用
・モーターの中心から真上、プロペラの縁から2cmのところ
でスマホを垂直に立てる
・計測開始から20秒後のAVGの値を記録



グリッドは1辺約3.5cm、タフトはホームセンターのPEテープで幅約1.5cm
◎全ての計測で、風の強さと範囲を測定

【実験1】羽根の素材を変える実験

※4種類の身近な材料でプロペラを作り、騒音レベルの違いを比べる！

PP(百均シート)	厚紙(紙皿)	アルミ(丸皿)	PET樹脂(コップ)
2.375g	0.675g	0.5375g	0.525g
厚みがある。丈夫で最も曲がりにくい。切るのが大変。少しざらざら。	平面でしっかりと厚みがある。曲がりにくい。滑らかな表面。	ペラペラでシワがあり少し曲がっている。滑らかな表面。曲線状に溝。	シワなし。コップの性質上少し曲がっている。柔らかく、形を変えやすい。直線の溝。

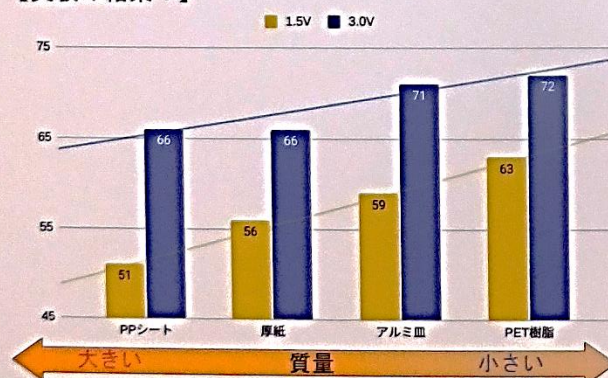
大きい ← 質量 → 小さい

【実験2】羽根の枚数を変える実験

※羽根の枚数を4枚、6枚、8枚と変化させて、騒音レベルを比べる！
(実験1で騒音が大きいとわかった材料で羽を作る。)



【実験の結果1】



図a 4枚のとき

図b 8枚のとき

※図a,bと6枚のときの観測結果より

風の強さ・範囲…4枚<6枚<8枚

【考察 / 仮説の検証】

- ・予備実験の羽根のない状態(80dB)と比較して、羽根をつけたときのdB値は総じて低い⇒羽根は、何らかの原理でモーターの機械騒音を抑える働きがある。
- ・実験1より
仮説「PPは軽くて丈夫だから騒音を出しにくい」**正しい!**
根拠: 1.5Vと3.0V、いずれの電圧でも、4つの素材の中でポリプロピレンが最も静音性に優れていた。
- ※これは「軽いから」ではない。むしろ、4つの素材の中では一定の重量があり、丈夫だったからこそ空気の乱れが少なくなったのでは。
- ・実験2より
仮説「羽根の枚数を増やすと騒音が大きくなる」**誤りの可能性あり!**
根拠: 羽根の枚数を増やせば増やすほど騒音は減ったため。
⇒枚数が増えるほど重量の条件やバランスが良くなり、空気の乱れが少なくなる? 誤差の可能性もある。

+実験1、2より

羽根の条件を変えずに電圧を変える場合を除き(素材や枚数を変える場合)、風の強さと騒音の大きさに直接の関係はない。⇒風の性能の向上と静音性の向上は同時に叶えられる可能性がある。

【今後の展望】

今回の実験では、素材の質量・丈夫さ(変形のしにくさ)などの性質が空気の乱れ(騒音)に影響していること・枚数が増えても必ず騒音が大きくなるわけではないことがわかった。しかし、これは表面的な結果に過ぎず、素材によって空気の流れはどう異なるのか・羽根の枚数を増やしたとき、質量や表面積などのうちのどの要素の変化が影響しているのか・空力騒音以外の要因の有無(機械騒音・カルマン渦 etc.) などまだまだ追究の余地がある。研究を進めるための一歩として以下の項目を調べてみたい。

- ・それぞれの場合における回転数(rpm)
- ・空気の流れ⇒風洞などを用いて可視化
- ・アルミ以外の羽根における枚数による騒音の変化
- ・羽根の総表面積を固定しつつ総重量のみを変えた値⇒羽根の厚みを変える

【参考文献】

- ・山梨大学「北山誠也教授」<https://www.scrs.yamanashi.ac.jp/wp-content/uploads/2023/02/kitamura.pdf> (2024年8月27日参照)
- ①「ファンプロペラの強度アップ」<https://www.taikuba.ac.jp/community/students/kagakuonome/kyouji/pdf/2016/hgs1.pdf> (2024年8月27日参照)
- ②Panasonic「扇風機の羽根の枚数による違い」https://jp.faq.panasonic.com/app/answers/detail/a_id/15058 (2024年8月27日参照)

工夫した点
・条件制御のため、1.5V・3Vで電圧を切り替えられる扇風機の土台と面積・形を統一した羽根を自作した。また、タフトグリッドを自作し、風の性能（強度・範囲）と騒音の関係を調べた。 ・身近な素材の羽根で実験することで、再現性の高いものにした。また、「扇風機を手作りする」というシチュエーションに役立つ研究にした。

分かった点
・紙皿、アルミ皿、PETと比べ、PP（ポリプロピレン）は静音性に優れた素材である。身近に手に入る材料で、捻りの無い形で扇風機の羽根を作る際、素材の重量や変形のしやすさが騒音に関わっている。 ・羽根の枚数を増やしても騒音は増さず、むしろ減少することがある。素材の性質に合った適切なバランスがあるのだと考えられる。

もっと追究したい点
・アルミ皿以外の羽根の場合、枚数を変えると騒音の大きさはどう変わるのか。 ・羽根の枚数を変えたとき、質量・総面積などの要素の変化が騒音に影響するのか。 ・今回の実際では回転数（rpm）を計測できなかったが、扇風機の羽根が空気に与えるエネルギーを考える上で重要なファクターなので計測したい。また、風洞などを用いて、素材・枚数ごとの空気の流れを可視化したい。

【講評】

仮説に対する検証実験を適切に計画しており、考察から新たな課題を見いだしている優れた作品である。



寝ぐせを防ぐ研究

第68回日本学生科学賞「全日本科学教育振興委員会賞」受賞

江田島市立能美中学校 1年 桂 唯那

1. 研究の動機や背景

- ✓ 私は毎朝の貴重な15分を寝ぐせ直しで無駄にしている。私のように寝ぐせで悩んでいる人は多いのでは？と思った。
- ✓ 寝ぐせは、お風呂や寝汗などで髪が濡れ、曲がった状態で乾くことで、寝ぐせがつくと言われている。しかし、私はほとんど寝汗をかかない。また、これまで調べた寝ぐせ対策では、私の寝ぐせをほとんど防ぐことができなかった。
- ✓ そこで、髪が濡れなくても寝ぐせはつくのでは？従来の寝ぐせ対策では効果が不十分な理由があるのでは？と考えた。

2. 研究目的

- ✓ 研究目的①：寝ている時にどのようなメカニズムで寝ぐせがつくのか、寝ぐせのつきやすさが異なる私・弟A・弟Bでそのメカニズムに対してどのような差があるのかを調べる。
- ✓ 研究目的②：調べたメカニズムから、普段の生活に取り入れることできる寝ぐせ対策を考えて、その効果を確かめる。



通常の枕で就寝した時の
起床時の寝ぐせ：私



私より寝ぐせが
つき難い弟A



私より寝ぐせが
つき易い弟B

3. 研究方法① 寝ぐせがつくメカニズム調査

実験A: 寝ぐせがつきやすくなる湿度条件を調べる実験方法

- ✓ 髪の毛を水浸漬→ドライや乾燥で直線形に矯正。
- ✓ 直線に矯正した髪の毛をPETボトルキャップに巻き付ける。
- ✓ 自作ウェットBOXとドライBOXで下表の加湿→乾燥を行う。
- ✓ くせづき円形に曲がった髪の毛の円形直径を測定。



髪の毛の直線矯正



巻き付け



ウェットBOX



ドライBOX

実験B: 寝ている時の髪の毛の温度・湿度変化を調べる実験方法

- ✓ 私・弟A・弟Bの頭と枕が接触している時、していない時の髪の毛の温度・湿度を自作の測定用枕で測定。
- ✓ エアコン：冷房、29℃設定。

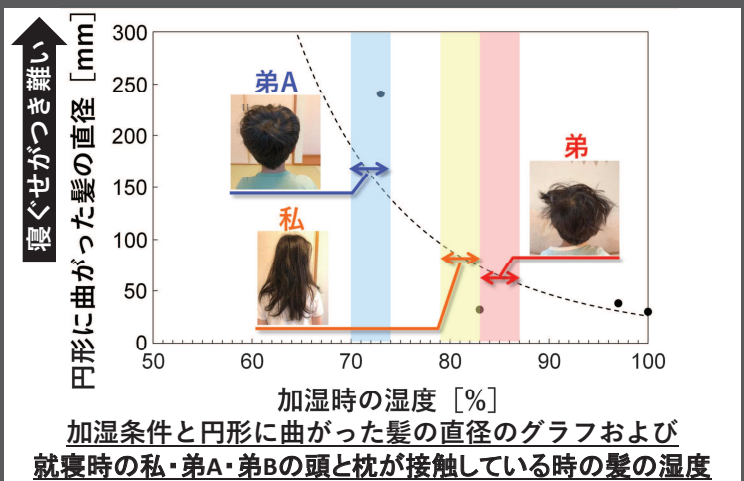


4. 研究結果① 寝ぐせがつくメカニズム調査

- ✓ 実験A: 髪は濡れなくても、湿度83%以上の加湿条件で強い寝ぐせがつき、73%以下で弱まり、45%以下ではつかない。
- ✓ 実験B: 私と弟Aの髪の毛の湿度は約10%しか差がないが、ちょうど寝ぐせのつき易さが大きく変わる湿度範囲にある。
- ✓ 考察: 寝ぐせを防ぐには、就寝中の髪を湿度73%以下に保つか、髪の毛の吸湿を防ぐことが有効であると考えられる。

加湿→乾燥条件と円形に曲がった髪の毛の直径

	No1	No2	No3	No4	No5
加湿条件	水浸漬×2h	97%±2%×2h	83%±2%×2h	73%±2%×2h	45%±5%×2h
乾燥条件	45%±5%×2h	45%±5%×2h	45%±5%×2h	45%±5%×2h	45%±5%×2h
円形に曲がった髪の毛の直径	1回目 30mm 2回目 30mm 3回目 30mm 平均値 30mm	40mm 36mm 38mm 38mm	30mm 34mm 32mm 32mm	240mm 260mm 220mm 240mm	直線形状 直線形状 直線形状 直線形状



5. 研究方法② 寝ぐせ対策効果の調査

実験C: 髪の毛の加湿を防ぐ方法の効果調べる実験方法

- ✓ 髪の毛の加湿を防ぐため、冷却剤と巻き簾から自作した防湿枕を使い就寝。
- ✓ 起床時の寝ぐせのつき方を通常枕と比較。



実験D: 髪の毛の吸湿を防ぐ方法の効果調べる実験方法

- ✓ 直線形に矯正した髪の毛の下に下グラフの各液体を塗り乾燥。
- ✓ 加湿: 97%±2%×2h→乾燥: 45%±5%×2hで、研究①同様に、髪を円形にくせづけ、髪の毛の円形直径を測定。

6. 研究結果② 寝ぐせ対策効果の調査

- ✓ 実験C: 防湿枕使用時の髪の毛の湿度は72%程度であり通常枕より約10%低下した。後頭部や側頭部の寝ぐせが抑えられた。



通常枕使用時



防湿枕使用時

- ✓ 実験D: シリコン成分は寝ぐせ防止効果が高い。
- ✓ ヘアオイルにはほとんど防止効果がない。オイル成分には防止効果があるが、保湿成分は逆効果になる。⇒ヘアオイルは保湿成分がオイル成分の効果を打ち消したと考える。



7. 結論・展望

- ✓ 寝ぐせを防ぐ対策としては「就寝時の髪を湿度約70%以下に保つ」「髪の毛の吸湿を防ぐ成分を塗る」が有効である。
- ✓ 髪質には個人差があるため、調査範囲を広げていきたい。

工夫した点

- ・最初に寝ぐせがつく原因は何かを考えた点。
私の髪は雨が降るとうねる。また、私が寝ている時の様子をビデオカメラでとり、寝ている時は色んな形に髪が折り曲げられていることが分かった。そこで、湿度と髪の折り曲げが、寝ぐせがつく主な原因では？と予想した。
- ・髪の毛のくせのつきやすさを調べるために自分なりの実験方法を考えた点。
寝ている時の髪の折り曲げを再現するために、髪を直線に矯正した後に PET ボトルに巻き付けた。そして、濡らしたり加湿したりした後に乾燥させて、くせの強さを曲がった髪の形の直径として測定した。
- ・狙った一定の加湿条件を作れるように湿度コントロールした点。
お風呂からヒントを得てジョイントマット（スポンジのマット）と卓上加湿器でウェットボックスを自作した。最初は狙った湿度を一定に保つのが難しかったが、実験を重ねるうちに、ジョイントマットで作った箱に隙間をあげると、隙間の大きさと湿度がコントロールできることが分かり、これにより狙った一定の加湿条件を作ることができた。

分かった点

- ・髪は濡れなくても、湿度 83%以上の加湿で強い寝ぐせがつき、湿度 73%以下でかなり弱まり、湿度 45%以下ではつかないことが分かった。
- ・就寝時の髪は寝返りで加湿と乾燥を繰り返していた。また、就寝時に髪が加湿された時（頭と枕が接触している時）の湿度は個人差があり、寝ぐせのつきやすさが異なっていた。その湿度差は約 10%しかないが、ちょうど寝ぐせのつきやすさが大きく変わる湿度範囲にあることが分かった。
- ・寝ぐせを防ぐためには、就寝中の髪を湿度約 70%以下に保つか、髪の吸湿を防ぐ成分を塗ることが有効であることが分かった。
- ・髪の吸湿を防ぐ成分としては、シリコン成分（ウォータープルーフ化粧品など様々な商品に含まれる成分）やオイル成分に効果があることが分かった。保湿成分を塗ると逆に寝ぐせが強くなることが分かった。ヘアオイルを塗るなどの従来の寝ぐせ対策では、保湿成分が入っているために効果が低かったと考える。

もっと追究したい点

- ・髪質には個人差があり、寝ぐせのつきやすさの違いがある可能性があるため、より多くの人の髪で研究に取り組みたい。
- ・今回、就寝中の髪を湿度約 70%以下に保つ方法として、換気や除湿効果がある防湿枕や、シルクなど吸湿効果のあるナイトキャップで、ある程度は寝ぐせを防げることを確認できた。今後は、髪の吸湿を防ぐ成分として、保湿成分を含まないシリコン成分を手に入れて、実際に寝ぐせを防げるのかを確かめたい。

【講評】

寝ぐせを防ぐ方法として、そのメカニズムを踏まえた条件に基づいて解決策を提案している、優れた作品である。

第68回 日本学生科学賞
全日本科学教育振興委員会賞

日本の川大調査

尾道市立
東原中学校
三年 青山希美

私は、今年で小学校3年生から行ってきた川のの水質研究も7年目となり、今年は私が中学3年生ということで、小中学校でやる最後の科学研究となりました。私が川のの水の研究を始めたきっかけは、平成30年に発生した「平成30年7月豪雨」に「西日本豪雨」を体験したことによって、私たちの生活に直接に関わる水のことに興味を持ち、調べてみたいと思ったからです。

下記7河川について4項目について調査を行いました。

	所属の都道府県	幹線流路延長	流域面積	流域内人口	段階
芦田川	広島県	86キロメートル	860km ²	約27万人	一級河川
豊田川	広島県	4キロメートル	12.6km ²	約6万人	二級河川
旭川	岡山県	142キロメートル	821km ²	約34万人	一級河川
四万十川	高知県	196キロメートル	2180km ²	約9万人	一級河川
川辺川	熊本県	62キロメートル	533km ²	約4万人	一級河川
猪名川	兵庫県・大阪府	43キロメートル	383km ²	約180万人	一級河川
大和川	奈良県・大阪府	68キロメートル	1070km ²	約215万人	一級河川

＜実験準備物＞

① pH測定器を使用して各調査水のpHの測定を行う。

② pHとは、水素イオン濃度のことで、溶媒の酸性・アルカリ性の程度を表す物理量をpHの値によって表す。水溶液のpHが7より小さいときは酸性、7より大きいときはアルカリ性、7付近の時は中性である。

③ 残留塩素測定器を使用して各調査水に含まれている残留塩素の量の測定を行う。

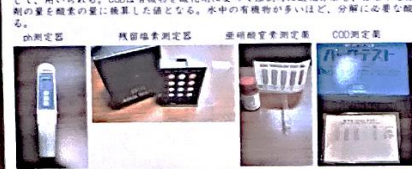
④ 残留塩素とは、水道の水の中に存在することが必要な遊離残留塩素と、結合残留塩素を合わせたもので、その水に含まれる物質に対する酸化能力に比例して作用し得る塩素化合物のことを指す。

⑤ 亜硝酸反応測定器(グリーン法)を用いて各調査水の亜硝酸性窒素濃度を測定する。

⑥ 亜硝酸性窒素とは、硝酸イオンと亜硝酸イオンの総和を指す。通常は環境中に広く低濃度で分布し、自然の窒素循環の中でバランスをとり、利用される。CODは有機物を酸化剤によって強制的に酸化分解し、分解する際に有機物として反応して、消費される酸化剤の量を窒素の量に換算した値となる。水中の有機物の多いほど、分解に必要な酸化剤の量が多くなり、CODの値が高くなる。

⑦ CODとは、Chemical Oxygen Demandの略で、日本語で化学的酸素要求量といい、BODと同様に水中に含まれる有機物による汚染をみる指標として、用いられる。CODは有機物を酸化剤によって強制的に酸化分解し、分解する際に有機物として反応して、消費される酸化剤の量を窒素の量に換算した値となる。水中の有機物の多いほど、分解に必要な酸化剤の量が多くなり、CODの値が高くなる。

⑧ COD測定器は、残留塩素測定器、亜硝酸性窒素測定器、COD測定器



河川	全数	亜硝酸性窒素濃度 (ppm)
1. 芦田川	137,800	0.04
2. 豊田川	184,514	0.02
3. 旭川	38,300	0.01
4. 四万十川	98,600	0.01
5. 川辺川	83,768	0.01
6. 猪名川	173,500	0.01
7. 大和川	113,900	0.01
8. 豊田川	481,326	0.01
9. 旭川	341,600	0.01
10. 四万十川	266,180	0.01
11. 川辺川	137,139	0.01
12. 猪名川	173,500	0.01
13. 大和川	113,900	0.01
14. 豊田川	184,514	0.02
15. 旭川	38,300	0.01
16. 四万十川	98,600	0.01
17. 川辺川	83,768	0.01
18. 猪名川	173,500	0.01
19. 大和川	113,900	0.01
20. 豊田川	184,514	0.02
21. 旭川	38,300	0.01
22. 四万十川	98,600	0.01
23. 川辺川	83,768	0.01
24. 猪名川	173,500	0.01
25. 大和川	113,900	0.01
26. 豊田川	184,514	0.02
27. 旭川	38,300	0.01
28. 四万十川	98,600	0.01
29. 川辺川	83,768	0.01
30. 猪名川	173,500	0.01
31. 大和川	113,900	0.01
32. 豊田川	184,514	0.02
33. 旭川	38,300	0.01
34. 四万十川	98,600	0.01
35. 川辺川	83,768	0.01
36. 猪名川	173,500	0.01
37. 大和川	113,900	0.01
38. 豊田川	184,514	0.02
39. 旭川	38,300	0.01
40. 四万十川	98,600	0.01
41. 川辺川	83,768	0.01
42. 猪名川	173,500	0.01
43. 大和川	113,900	0.01
44. 豊田川	184,514	0.02
45. 旭川	38,300	0.01
46. 四万十川	98,600	0.01
47. 川辺川	83,768	0.01
48. 猪名川	173,500	0.01
49. 大和川	113,900	0.01
50. 豊田川	184,514	0.02



河川	下流	中流	上流	最上流
芦田川平均	6.5	6.3	6.0	6.6
豊田川平均	8.4	6.6	10.4	6.0
旭川平均	6.6	6.5	8.2	6.2
四万十川	7.7	8.2	8.1	7.4
川辺川	8.2	9.2	9.2	9.0
猪名川	6.6	8.1	6.0	6.7
大和川	8			

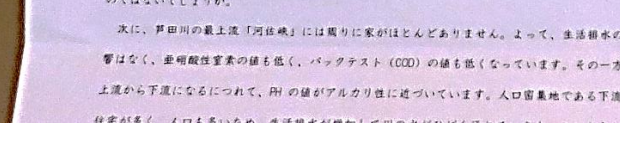
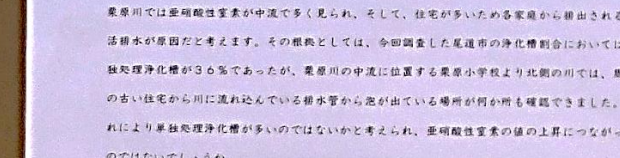
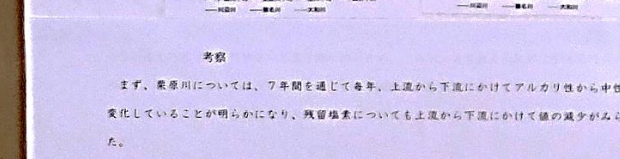
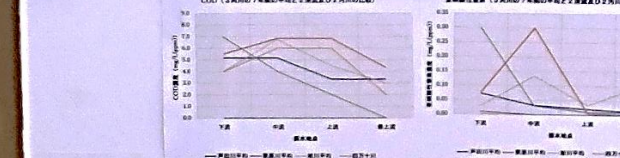
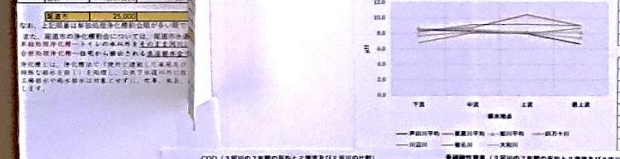
河川	下流	中流	上流	最上流
芦田川平均	0.10	0.08	0.03	0.00
豊田川平均	0.05	0.07	0.00	0.00
旭川平均	0.05	0.10	0.07	0.03
四万十川	0.00	0.00	0.00	0.00
川辺川	0.10	0.00	0.00	0.00
猪名川	0.05	0.05	0.05	0.00
大和川	0.05			

河川	下流	中流	上流	最上流
芦田川平均	0.07	0.03	0.02	0.01
豊田川平均	0.08	0.30	0.01	0.00
旭川平均	0.03	0.13	0.03	0.10
四万十川	0.00	0.00	0.00	0.00
川辺川	0.01	0.00	0.00	0.00
猪名川	0.30	0.03	0.01	0.01
大和川	0.3			

河川	下流	中流	上流	最上流
芦田川平均	5.2	5.2	3.3	3.3
豊田川平均	5.5	6.6	6.6	4.3
旭川平均	4.0	6.6	4.5	3.0
四万十川	4	6	6	2
川辺川	0	0	0	0
猪名川	7	4	2	0
大和川	8			

河川	下流	中流	上流	最上流
芦田川平均	0.05	0.05	0.05	0.05
豊田川平均	0.05	0.05	0.05	0.05
旭川平均	0.05	0.05	0.05	0.05
四万十川	0.05	0.05	0.05	0.05
川辺川	0.05	0.05	0.05	0.05
猪名川	0.05	0.05	0.05	0.05
大和川	0.05			

河川	下流	中流	上流	最上流
芦田川平均	0.07	0.03	0.02	0.01
豊田川平均	0.08	0.30	0.01	0.00
旭川平均	0.03	0.13	0.03	0.10
四万十川	0.00	0.00	0.00	0.00
川辺川	0.01	0.00	0.00	0.00
猪名川	0.30	0.03	0.01	0.01
大和川	0.3			



一級河川とは、私たちの暮らしを守り、産業を発展させるうえで特に重要なかわりを持っている河川であり、国が管理している河川です。また、二級河川は、一級河川以外の比較的流域面積が小さい水系の河川の内部都道府県が管理している河川です。

私が調査するに選んだ7河川についてですが、豊原川については、私が通っている豊原小学校の橋を流れていた川であり、周りに住宅も多いので最も調べてみたいと思ったからです。芦田川については、近隣で一番近い一級河川であることが理由です。そして、隣の岡山県に足を延ばして、調査しようと思ったのは、児島湖という、湖沼として全国ワースト3に入る汚れた湖があるということを知り、また、旭川の下流に位置するということから、芦田川、豊原川との違いがどのくらいあるのか疑問に思ったからです。また、今回、新たに川辺川、猪名川及び大和川の水を調査したのは、川辺川については、昨年行った日本三大清流の一つの四万十川について、水の汚れの亜硝酸性窒素の値が出なかったにもかかわらず、CODの値を示した点について、清流という川と水質的にきれいな川の違いを知るためであり、猪名川や大和川については、日本一きれいな川と川辺川との真逆の水質の川とを比較検討するために今回調査を行いました。



河川	下流	中流	上流	最上流
芦田川平均	6.5	6.3	6.0	6.6
豊田川平均	8.4	6.6	10.4	6.0
旭川平均	6.6	6.5	8.2	6.2
四万十川	7.7	8.2	8.1	7.4
川辺川	8.2	9.2	9.2	9.0
猪名川	6.6	8.1	6.0	6.7
大和川	8			

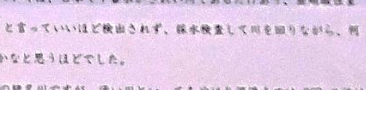
河川	下流	中流	上流	最上流
芦田川平均	0.10	0.08	0.03	0.00
豊田川平均	0.05	0.07	0.00	0.00
旭川平均	0.05	0.10	0.07	0.03
四万十川	0.00	0.00	0.00	0.00
川辺川	0.10	0.00	0.00	0.00
猪名川	0.05	0.05	0.05	0.00
大和川	0.05			

河川	下流	中流	上流	最上流
芦田川平均	0.07	0.03	0.02	0.01
豊田川平均	0.08	0.30	0.01	0.00
旭川平均	0.03	0.13	0.03	0.10
四万十川	0.00	0.00	0.00	0.00
川辺川	0.01	0.00	0.00	0.00
猪名川	0.30	0.03	0.01	0.01
大和川	0.3			

河川	下流	中流	上流	最上流
芦田川平均	5.2	5.2	3.3	3.3
豊田川平均	5.5	6.6	6.6	4.3
旭川平均	4.0	6.6	4.5	3.0
四万十川	4	6	6	2
川辺川	0	0	0	0
猪名川	7	4	2	0
大和川	8			

河川	下流	中流	上流	最上流
芦田川平均	0.05	0.05	0.05	0.05
豊田川平均	0.05	0.05	0.05	0.05
旭川平均	0.05	0.05	0.05	0.05
四万十川	0.05	0.05	0.05	0.05
川辺川	0.05	0.05	0.05	0.05
猪名川	0.05	0.05	0.05	0.05
大和川	0.05			

河川	下流	中流	上流	最上流
芦田川平均	0.07	0.03	0.02	0.01
豊田川平均	0.08	0.30	0.01	0.00
旭川平均	0.03	0.13	0.03	0.10
四万十川	0.00	0.00	0.00	0.00
川辺川	0.01	0.00	0.00	0.00
猪名川	0.30	0.03	0.01	0.01
大和川	0.3			



考察

まず、豊原川については、7年間を通じて毎年、上流から下流にかけてアルカリ性から中性に変化していることが明らかになり、残留塩素についても上流から下流にかけて値の減少がみられた。豊原川では亜硝酸性窒素が中流で多く見られ、そして、住宅が多いため各家から排出される生活排水が原因だと考えます。その根拠としては、今回調査した尾道市の浄化槽割合においては単独処理浄化槽が30%であったが、豊原川の中流に位置する豊原小学校より北側の川では、周りの古い住宅が川に流れ込んでいる排水管が泡が出ている場所が何箇所も確認できました。それにより単独処理浄化槽が多いのではないかと考えられ、亜硝酸性窒素の値の上昇につながったのではないのでしょうか。

次に、芦田川の上流「河佐峡」には周りに家がほとんどありません。よって、生活排水の影響はなく、亜硝酸性窒素の値も低く、バクテスト(COD)の値も低くなっています。その一方で、上流から下流になるにつれて、pHの値がアルカリ性に近づいています。人口密集地である下流は

まとめ

今回、継続して調査してきた河川ときれいな河川とで異なる河川、汚い河川の調査と大和川を調査しました。7年間のまとめとして、各河川のデータを平均したところ、豊原川では亜硝酸性窒素の値が顕著に示された中流が、日本の河川でワースト1だったところある猪名川、大和川と同等の値が出ていることがわかりました。芦田川では中核都市であるから下流に行くほど生活排水の影響が、亜硝酸性窒素やCODの値が上がるということがわかりました。旭川の児島湖ではCOD値が年によって差はありますが7年間の高い値を示していることがわかり、湖沼として水質の改善が徹底して必要であることがわかりました。四万十川については清流として有名な川であり、亜硝酸性窒素は検出されませんでした。COD値が一定レベルを示したため、生活排水などのような直接的な原因だけでなく、大気汚染や地下水脈の汚染など、目に見えない原因が隠れているのではないのでしょうか。川辺川については、日本一きれいな川である川と、亜硝酸性窒素、残留塩素及びCOD値に全くと言っていいほど検出されず、排水検査で川を回りながら、何も変化のない実験結果に大丈夫かなと思うほどでした。

今回調査した河川ときれいな河川とで異なる河川、汚い河川の調査と大和川を調査しました。

工夫した点

- ・過去7年間のデータを表やグラフにまとめ、大きな地図や実際の写真を使うことで調査したそれぞれの河川ごとに比較しやすくしたこと。
- ・それぞれの河川のどこの地点を採水したのかが分かりやすくなるように、大きな地図だけではなく、拡大した地図とそれぞれの地点の写真を載せたこと。

分かった点

- ・調査したどの河川も上流から下流にかけて値が出ていて、汚くなる原因の1つが生活排水であること。
- ・日本一きれいな川と日本一汚い川では、下流の値は激しかったものの、猪名川、大和川の源流地点は、川辺川と同等の値を示していたこと。

もっと追究したい点

- ・河川1つ1つでたくさんの地点で採水をし、地形や環境でどのような変化が見られるのかを調べたい。
- ・観点を増やし、もっと幅広い視点から水質を調べたい。

【講評】

継続的な調査を行い、近隣の河川だけでなく遠隔地の河川についても調査を行って水質に影響を与える原因について考察した、優れた作品である。

液体の性質の違いによる落水音の性質の変化

広島県立広島高等学校 科学部
3年 潮 耀宜

1 研究の背景・目的

ダムや堰、農業水利施設などから水が落ちるときに発生する音(落水音)は、公害の一種である騒音として、住民を悩ます問題に発展している
そして、近年→都市化&混住化 → 住民と落水音がより近い環境に！

可能な限り音の発生を抑制し、静穏で住みやすい環境にすることが課題に！

先行研究を調べてみると、液体の性質に着目した研究は見られなかった
しかし、川や水路の水は純水ではない 様々な化学物質を含む

液体の性質を変えて落水音の性質がどう変わるか

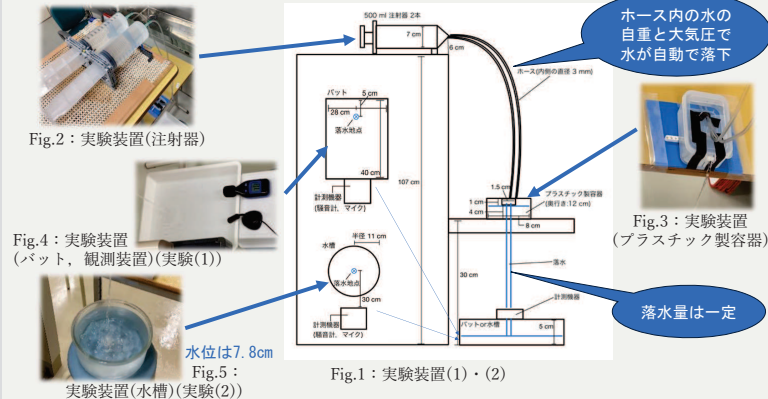
これをテーマに研究！ 音圧とスペクトル(特に低周波)に着目して調べる

2 仮説

- A) 密度
B) 液体の 粘度 の変化は、落下時の音の音圧・スペクトルに影響を与える
C) 表面張力
- D) 温度が高い
E) 液体の 粘度が大きい 方が落水音の 周波数は小さい
F) 表面張力が小さい 音圧は大きい
G) 電解質の水溶液の濃度変化は、落下時の音の音圧・スペクトルに影響を与える

3 実験方法

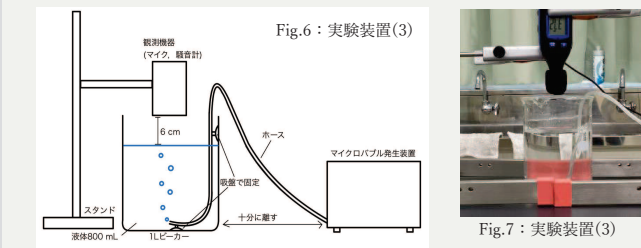
(ア) 実験(1)・(2) ダムをモデルとした実験



ダムに対応するプラスチック製容器に大型の注射器を用いて水を導入し、容器の一部からあふれ出た水をバットまたは水槽で受け止め、そのときに発生した音を観測する

(イ) 実験(3) 気泡の破裂音の観測

静止した液体の中でマイクロバブル発生装置(エアーストーン)によって気泡を発生させ気泡が破裂したときの音を観測する



(ウ) 実験に用いる液体

- ① 温度の異なる水
→粘度による変化を調べる(仮説D, Eに対応)
- ② 塩化ナトリウム水溶液
- ③ 硝酸ナトリウム水溶液(溶解度:大)
→水中のイオンによる影響を調べる(仮説G, Eに対応)
- ④ コロイド溶液(トリトンX-100(非イオン性)、臨界ミセル濃度とほぼ同じ濃度)
→水に界面活性剤を入れることで、表面張力が小さくなる(仮説Fに対応)

6 課題と今後の展望

最終的には、落水音による騒音問題解決へのアプローチをしていきたい

4 結果

実験(1): ダムをモデルにした実験(バット)

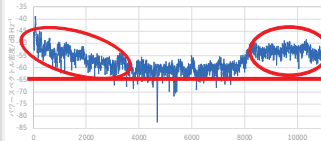


Fig.8: 水(20℃)の落水音のスペクトルの関係(バット)

実験(2): ダムをモデルにした実験(水槽)

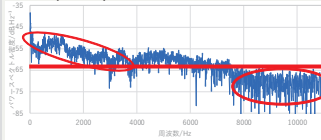


Fig.13: 水(20℃)の落水音のスペクトルの関係(水槽)

実験(3): 気泡の実験

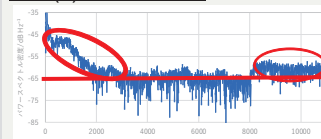


Fig.17: 水(20℃)の気泡の音のスペクトル

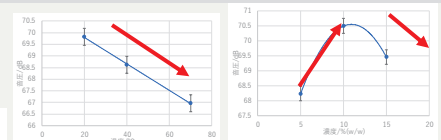


Fig.9: 温度と音圧の関係(バット)(実験①) Fig.10: NaCl(aq)の濃度と音圧の関係(バット)(実験②)

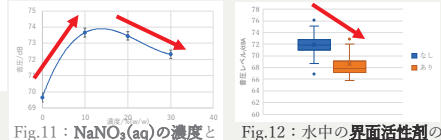


Fig.11: NaNO3(aq)の濃度と音圧の関係(バット)(実験③) Fig.12: 水中の界面活性剤の有無と音圧の関係(実験④)

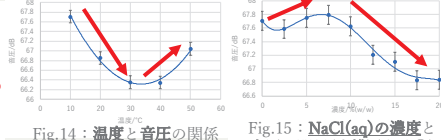


Fig.14: 温度と音圧の関係(水槽)(実験①) Fig.15: NaCl(aq)の濃度と音圧の関係(水槽)(実験②)

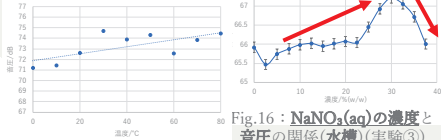


Fig.18: 水の温度と気泡の音の音圧 Fig.16: NaNO3(aq)の濃度と音圧の関係(水槽)(実験③)

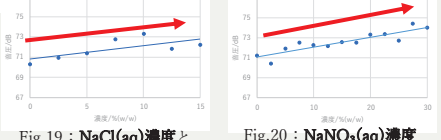


Fig.19: NaCl(aq)濃度と気泡の音の音圧 Fig.20: NaNO3(aq)濃度と気泡の音の音圧

5 考察

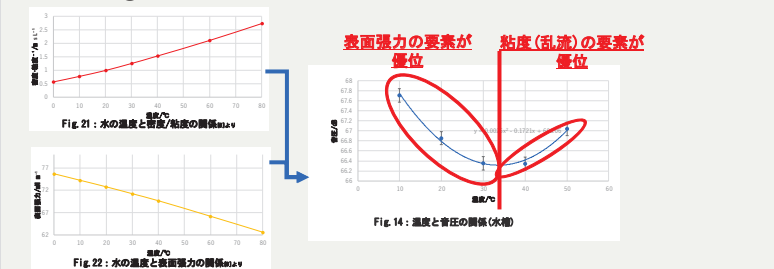
(ア)スペクトル

- 実験(1)と同様のスペクトル傾向が実験(3)でもみられた
→スペクトルでは主に**気泡の膜の固有振動**に由来する音が反映されている
- (イ)音圧
- 実験(1)~④: 界面活性剤の有無による液体の性質の変化は表面張力の減少のみ
→**表面張力が小さくなると落水音は小さくなる**

水中・水面の気泡に由来する音: 泡の形成・破裂時に音が派生形成→「瞬間的に増速した流れ」が水面に突入すると、気泡が取り込まれる「瞬間的に増速した流れ」→流れが乱流状態になると発生する頻度が大きく→気泡が増え、音圧が大きくなる

乱流の発生度合は**Reynolds数** $Re = \frac{\rho u L}{\mu}$ を用いて評価可能
→乱流の発生度合は**密度に正比例し、粘度に反比例する**
→**密度が大きく、粘度が小さい方が乱流が発生しやすく、音圧が大きい**

- 実験(2)~①: 温度の上昇によって、粘度・表面張力が減少



- 実験(1)・(2)~②・③: 濃度の上昇によって、粘度・密度・表面張力が増大
→温度の実験と同様にして、濃度が小さいときは表面張力が優位で、濃度が大きいときは粘度・密度(乱流)の影響が優位と分かる
- 温度の実験と水溶液の実験では、密度、粘度、表面張力の3要素は逆に変化しているにも関わらず、音圧のグラフが凹凸が逆となっていることが分かる
→温度または濃度を横軸(x)、落水音の音圧を縦軸(y)とし、両変数を媒介変数である粘度分の密度(t_1)および表面張力(t_2)でつなげたグラフが、極大値と極小値を持つ必要がある。 t_1 , t_2 は、xの一次関数で近似され、その傾きの正負は、互いに逆になること、また、yは t_1 , t_2 の冪乗(それぞれm乗, l乗($m > 0 \wedge l > 0$))に比例するとすることで説明できる
$$t_1 = k_1 x \quad (k_1 \in \mathbb{R}), \quad t_2 = k_2 x \quad (k_2 \in \mathbb{R})(k_1 k_2 < 0),$$
$$y = k_3 t_1^m t_2^l \quad (k_3 \in \mathbb{R})(k_3 > 0)$$

工夫した点

- ・液体を、人の手を介することなく一定の速度と量を保って落下させることのできる実験装置を自作し、再現性を確保した。
- ・全ての要素を直接個別に分けて比較することが困難だったため、複数の実験から総合的に考察を行った。

分かった点

- ・落水音は気泡の振動に由来する。
- ・液体の密度が大きくなると、乱流の発生度合いが大きくなり、音圧が大きくなる。
- ・液体の粘度が小さくなると、乱流の発生度合いが大きくなり、音圧が大きくなる。
- ・液体の表面張力が大きくなると、音圧が大きくなる。

もっと追究したい点

- ・液体の種類による落水音のスペクトル変化の詳細
- ・表面張力が大きくなると、音圧が大きくなる原因の解明
- ・密度・粘度・表面張力を変数としたときの、音圧の厳密な定式化
- ・騒音問題解決に向けたアプローチ

【講評】

液体の落下音に対する密度、粘度及び表面張力の影響を考察し、定性的な結果を得るなど、液体が生じる音に関する基礎研究として優れた作品である。

第68回 日本学生科学賞
入選 1等

卵殻を用いた銅(Ⅱ)イオンを含む水の浄化

広島県立広島高等学校 佐々木百香

1 研究の背景

水質汚染の原因として挙げられる鉱山排水は有害な重金属イオンを含み、閉山後も処理が必要であるため、簡便な排水処理方法を見出すことが重要である。そこで、日本で毎年約26万トンと大量に廃棄されている卵殻を用いて、重金属イオンの一つである銅(Ⅱ)イオンを除去することにした。

2 研究の目的

卵殻を加熱処理すると、銅(Ⅱ)イオンの回収量や反応速度はどのように変化するかを明らかにする。

3 検証方法

【卵殻の加熱・粉末化】

表1の通りに卵殻を加熱し、その後粉砕して6種類のサンプルを用意した。

表1 卵殻の加熱処理方法

サンプル名	加熱温度[℃]
A	加熱なし
B	105
C	300
D	600
E	800
F	1000



図1 サンプルの画像

(1) 卵殻表面の観察

走査型電子顕微鏡を用いて倍率1000倍で、各サンプルの表面の構造を観察した。

(2) 卵殻のTG/DTA分析

TG/DTA分析装置を用いて卵殻を加熱し、加熱に伴う卵殻の質量変化や吸熱反応の有無を確認した。

(3) 卵殻粉末を水に加えた時のpHの測定

各サンプル0.0100gをそれぞれ純水10mLに加え、pH計を用いてpHを測定した。

(4) 回収実験

【a】回収量の比較

①各サンプル0.0100gをそれぞれ200mg/Lの硫酸銅(Ⅱ)水溶液100mLに加えた。

②2週間放置後、デジタルバックテストを用いて硫酸銅(Ⅱ)水溶液中の銅(Ⅱ)イオンの濃度を測定した。

【b】反応速度の比較

①各サンプル0.0100gをそれぞれ200mg/Lの硫酸銅(Ⅱ)水溶液100mLに加えた。

②攪拌しながら、サンプルを加えてから0, 10, 30, 60, 120分後において、デジタルバックテストを用いて硫酸銅(Ⅱ)水溶液に残っている銅(Ⅱ)イオンの濃度を測定した。

(5) 反応速度解析

反応速度論により、反応次数と反応速度定数を求めた。

反応速度論モデル: $\frac{dC}{dt} = -kC^n$ (1)

・1次反応モデル(n=1)

$$\ln C = -k_1 t + \ln C_0 \quad (2)$$

$$C = C_0 e^{-k_1 t} \quad (3)$$

・2次反応モデル(n=2)

$$\frac{1}{C} = k_2 t + \frac{1}{C_0} \quad (4)$$

$$C = \frac{C_0}{C_0 k_2 t + 1} \quad (5)$$

t: 経過時間[h]
C: 銅(Ⅱ)イオン濃度[mg/L]
C₀: 初期濃度[mg/L]
k: 反応速度定数[1/h]
k₁: 1次反応の反応速度定数[1/h]
k₂: 2次反応の反応速度定数[1/h]
n: 反応次数

式(2), (4)から反応速度定数を推定した。続いて1次反応モデルと2次反応のモデルの適用性を検証するために、式(3), (5)を用いて銅(Ⅱ)イオン濃度の計算値を求めて結果を再現し、absLを用いて計算精度を求めた。absLの値が小さいほど計算精度が良いことを表すため、1次反応と2次反応とでabsLの値が小さい方をモデルとして適していると判断した。

$$absL = \frac{\sum |\ln C_{exp} - \ln C_{mod}|}{m} \quad (6)$$

C_{exp}: 銅(Ⅱ)イオン濃度(測定値)[mg/L]
C_{mod}: 銅(Ⅱ)イオン濃度(計算値)[mg/L]
m: データ数

4 結果

(1) 卵殻表面の観察

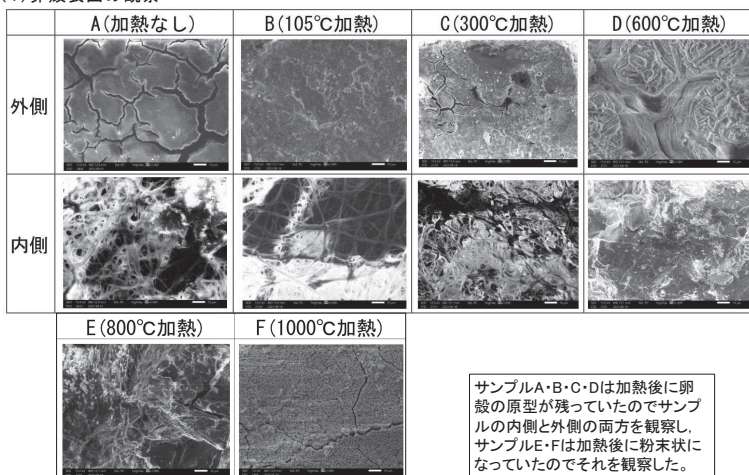


図2 卵殻の電子顕微鏡画像

サンプルA・B・C・Dは加熱後に卵殻の原型が残っていたのでサンプルの内側と外側の両方を観察し、サンプルE・Fは加熱後に粉末状になっていたのを観察した。

(2) 卵殻のTG/DTA分析

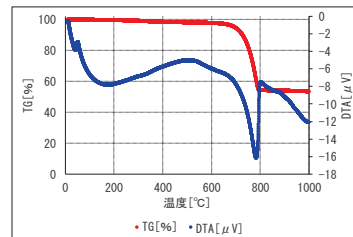


図3 TG/DTA分析の結果

(3) 卵殻粉末を水に加えた時のpHの測定

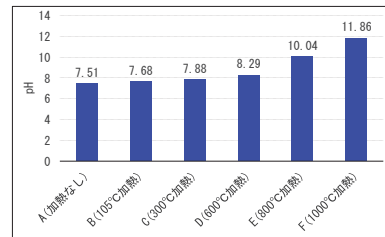


図4 卵殻粉末を水に加えた時のpH

(4) 回収実験

【a】回収量の比較

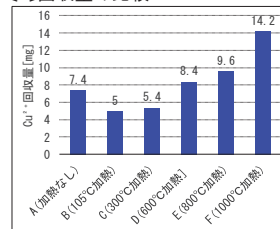


図5 各サンプルのCu²⁺回収量

【b】反応速度の比較

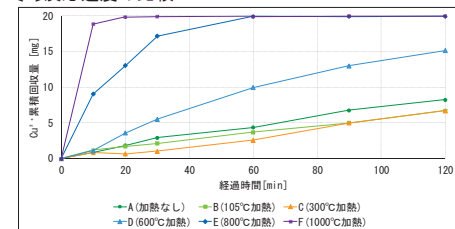


図6 反応速度の比較実験の結果

(5) 反応速度解析

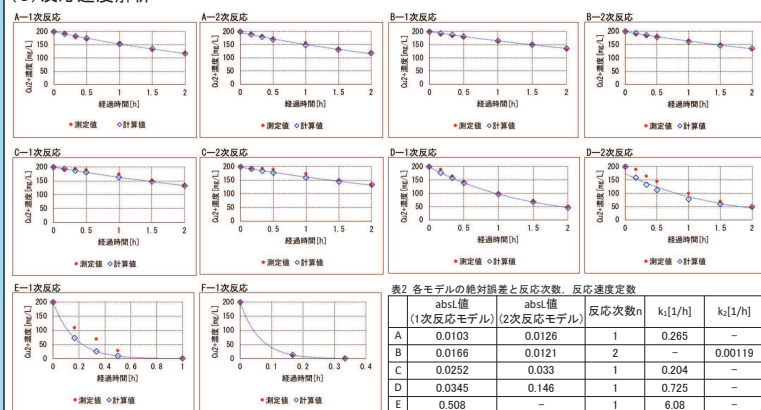


図7 反応速度論モデルの再現

absL値	absL値	反応次数n	k ₁ [1/h]	k ₂ [1/h]
A	0.0103	1	0.265	-
B	0.0166	1	0.265	-
C	0.0252	1	0.204	-
D	0.0345	2	0.725	-
E	0.508	2	6.08	-
F	0.0642	2	16.2	-

5 考察

- 図2より、多孔質構造を持つのはサンプルA・B・C・Dであることが分かり、また、サンプルD・E・Fは表面構造が複雑になっていることから、卵殻を加熱することで表面積が増加したと考えられる。
- 図3より、600～800℃で急激な質量減少と吸熱反応が起こっていることが分かり、ここで卵殻の主成分である炭酸カルシウムの熱分解反応が起こったと考えられる。よって各サンプルの主成分はサンプルA・B・CがCaCO₃、サンプルD・EがCaCO₃とCaO、サンプルFがCaOであると考えられる。
- 図4より、サンプルA・B・Cにおいて水溶液が弱塩基性を示したことが分かるが、これは加水分解によるものと考えられる。サンプルD・E・Fについて、加熱温度が高いサンプルほどpHが大きいことから、成分として含まれるCaOが水と作用してCa(OH)₂が生じ、それが電離したと考えられる。
- 【a】図5より、加熱したサンプルについて加熱温度が高いサンプルほど銅(Ⅱ)イオン回収量が多いことが分かる。これは表面積が増えたことによる物理吸着量の増加((1)より)と、サンプルの成分が変化したことによる溶液中で起こった化学反応((2),(3)より)の影響であると考えられる。
- 【b】図6より、サンプルFを用いた回収の反応速度が全サンプルの中で最も大きいことが分かる。このことから、多孔構造による物理吸着の増加よりも、主成分がCaOになることによる化学反応の促進の方が反応速度の増加により影響を与えていると考えられる。
- 表2に示す通り、各サンプルの反応速度を定量的に比較することができた。サンプルFは全サンプルの中で値が突出して大きいことから、サンプルFの反応速度は極めて大きいと言える。

6 まとめと今後の展望

- 卵殻を加熱すると表面構造の物理的な変化と、熱分解反応という化学的な変化が起こる。
- 卵殻が銅(Ⅱ)イオンを回収する過程では、多孔質構造による物理吸着と、銅(Ⅱ)イオンの化学反応が起こる。
- 回収量・反応速度を鑑みると、加熱温度1000℃のサンプルが銅(Ⅱ)イオンの回収に最適である。
- 卵殻は他の重金属イオンも回収できるのか、そしてバッチ法だけでなくカラム法でも同様に回収できるのかをさらに実験していきたい。

7 謝辞

本研究は、広島大学先進理工系科学研究科 助教 永末俊和 先生にご助言いただき、広島大学環境安全センター 教授 西嶋渉 先生にマッフル炉を使わせていただき、広島大学先進理工系科学研究科 木原伸一 先生に電子顕微鏡とTG/DTA分析装置を使わせていただきました。また、辻川春夏さんをはじめ多くの方々にご協力いただきました。全ての皆様に応じ感謝申し上げます。

8 引用・参考文献

- [1]微分方程式で理解する反応速度論, 日本分析化学会
- [2]自然物質を吸着剤としたバッチ試験によるリンの吸着実験, 大川内順也 オサマ エルジャマル 平松和昭, 原田昌佳, 九州大学大学院農学研究大学院雑誌, 67(2), pp.59-68, 2012-09-20
- [3]天然炭酸カルシウムと人工炭酸カルシウムの識別, 佐藤晴紀 小曽根一 関税中央分析所報, 59号 pp.101-112
- [4]Effect of pH condition during hydrothermal synthesis on the properties of hydroxapatite from eggshell waste, A. R. Toibah, F. Misran, A. Shaaban, Z. Mustafa, JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING AND SCIENCES (JMES) VOL.13 NO.2 (2019), (JUNE 2019)

工夫した点

- ・ 考察を、様々な観点から行うようにした。研究全体としては化学の分野の研究だが、研究対象物の科学的組成の分析だけでなく、表面の物理的構造を観察したりと、化学・物理両側面からの考察を行った。そうすることで、考察を論理的かつ科学的に進められたと考えている。

分かった点

- ・ 卵殻を加熱すると多孔質構造の変化という物理的な変化と、熱分解反応という化学的な変化が起こる。卵殻が銅(Ⅱ)イオンを回収する過程では、多孔質構造による物理吸着と、水酸化銅(Ⅱ)の沈殿という化学反応が起こる。回収量、反応速度を鑑みると、加熱温度 1000℃の卵殻が銅(Ⅱ)イオンの回収に最も適している。

もっと追究したい点

- ・ 本研究では銅(Ⅱ)イオンの回収法としてバッチ法を採用したが、実用性を考えるとカラム法でも同様に回収できるのかを実験してみるのの有効だと考える。また、卵殻自体の物性変化も非常に面白いので、加熱によってなぜ表面構造が大胆に変化するのかということを追究したい。

【講評】

世界の課題である水質汚染の問題解決に向けて、その解決方法を科学的な分析を用いながら提案している優れた作品である。

第68回 日本学生科学賞

入選 3等

コオロギのフンの潜在的生物機能 ～フンに含まれる微生物の力で土壌改良材を開発～

広島県立西条農業高等学校 奥戸希海斗 佐々木親之 上垣内豪大

背景

完全資源循環型の食料生産システムを目指して行っている食用コオロギ飼育の過程でコオロギのフンと紙卵トレーをゴミとして排出している。

目的

コオロギのフンにセルロース分解細菌が存在するのか確認する。
コオロギのフンと廃棄されている紙卵トレーを混ぜて土壌改良材を開発する。

取組内容

セルロース分解細菌の発見 結果

コオロギのフンからセルロース分解細菌を発見する。

1. 懸濁液を $10^2 \sim 10^{10}$ まで希釈
2. 炭素源をセルロース、CMCに限定した培地に塗布
3. 培養し菌を単離

炭素源を限定した培地→



単離

単離

セルロース分解能力の測定 結果

発見した細菌のセルロース分解能力を測定する。

1. 検量線の作成

グルコース
0 μg ~ 200 μg の呈色

- ・ジニトロサリチル酸溶液と濃度が明らかなグルコースを反応させ呈色。
- ・分光光度計で吸光度 A B S (540nm) を測定。

2. セルロース分解能力の測定

- ・単離した細菌を液体培地で培養し酵素液を作成。
- ・セルロース添加あり・なしで反応させる。
- ・分光光度計で吸光度 A B S (540nm) を測定。
- ・検量線で定量。
- ・PCR で簡易同定

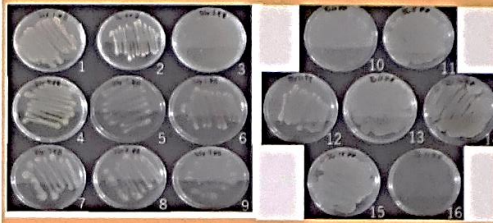


分光光度計

セルロースあり
反応 処理区

セルロースなし
基質コントロール 処理区

結果



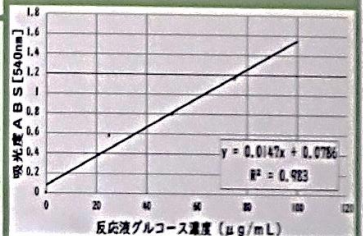
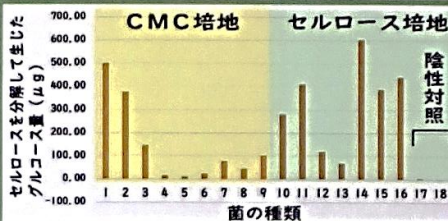
セルロース分解細菌のコロニー
(左: CMC 培地、右: セルロース培地)

懸濁液は 10^5 希釈で
コロニーを判別

セルロース分解細菌を
16 種 発見・単離

CMC 培地 9 種
セルロース培地 7 種

セルロース分解能力が確認できた。



同定結果

植物成長促進根圏細菌
の可能性がある細菌と判明!
Brevibacterium sediminis

- ・インドール酢酸生成能力
- ・リン酸可溶化能力
- ・真菌病原体に強くなる!
- ・農薬残留物の可溶・分解!

「バイオセーフティレベル1」で安全!!

土壌改良材の開発

結果

土壌改良材を作成し、実用性を確認。

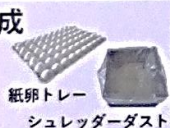
1. 土壌改良材の作成

赤玉土、米ぬか、
コオロギのフン

紙卵トレー

シュレッダーダスト

↑土壌改良材



(左: 紙卵トレー、右: シュレッダーダスト)

2. 土壌栽培実験

1条件 180粒 3条件 計540粒

栽培条件

紙卵トレー土壌改良材

シュレッダー土壌改良材

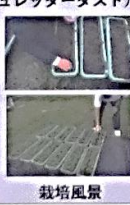
腐葉土 (土壌改良材)

測定項目

・葉の長さ

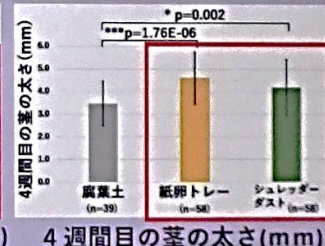
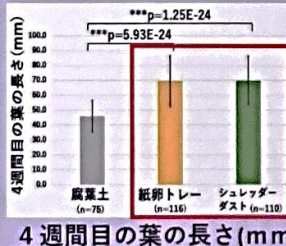
・茎の長さ

・根の長さ



栽培風景

自作の土壌改良材で腐葉土よりも成長させることができた!

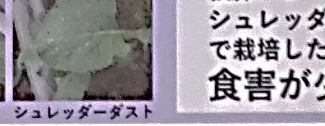


根の長さは
腐葉土と
同程度成長。

グラフ上の数値は
腐葉土で育てたもの
との有意差をT検定
によって示したもの。

4週間目の葉の長さ (mm)

4週間目の茎の太さ (mm)



紙卵トレー
シュレッダーダスト
で栽培したものの
食害が少ない!!

考察

コオロギのフンにセルロース分解細菌が存在することが確認でき、土壌改良材が開発できた。

紙卵トレー・シュレッダーダストのセルロースをフン中のセルロース分解細菌がグルコースに分解し、そのグルコースによってフン中の有用な細菌が活性化して植物に良い影響が表れた。



フン中の細菌

セルロース分解細菌

分解

植物成長促進根圏細菌
等の有用な細菌

セルロース → グルコース

活性化



展望 *Brevibacterium sediminis* の植物に対する効果を検証したり、他の有用な細菌を発見して付加価値の高い土壌改良材にする。

本研究の遂行にあたり、国立研究開発法人産業技術総合研究所バイオ変換グループの皆様にはご指導とご助言、細菌の同定にご協力いただき、厚くお礼申し上げます。
本研究は公益財団法人 中谷医工計測技術振興財団様の科学教育振興助成、公益財団法人マツダ財団の研究費の支援を受けております。

【特選】

広島県立西条農業高等学校

第3学年

第1学年

第1学年

奥戸 希海斗

佐々木 親之

上垣内 豪大

工夫した点

- ・栽培実験では、信頼性の高いデータを出すために播種数を多くした。栽培や計測が大変であったが、一つ一つ丁寧に手作業で栽培と計測を行った。
- ・分解能力の測定では、分解能力をグルコースの量で数値化することを工夫した。分解能力を数値化する方法を色々と調べたり専門家に訪ねたりした。

分かった点

- ・コオロギのフン中にセルロース分解細菌が含まれており、その中に植物成長促進根圏細菌の可能性のあるものが存在していることが分かった。
- ・自作の土壌改良材が一般的な土壌改良材である腐葉土よりもコマツナを成長させることが分かった。

もっと追究したい点

- ・植物成長促進根圏細菌はインドール酢酸生成能力や抗細菌能力を持っている。今回見つけた細菌にそのような能力があるか調べる。調べる際には、どうにか数値化して比較する。そして、有用な菌を選別して土壌改良材を完成させたい。

【講評】

有用なセルロース分解菌を発見し、コオロギを中心とした循環型バイオエコノミーの実現に近付くことができた、優れた作品である。

熱音響現象の実用化を目指して

入澤瑠星 小井出寛大 網岡和希 加藤弘起 穴迫祐 桐原啓 指導教諭: 稲垣貴也 佐々木康子 山本剛士

広島大学附属高等学校3年

・研究目的

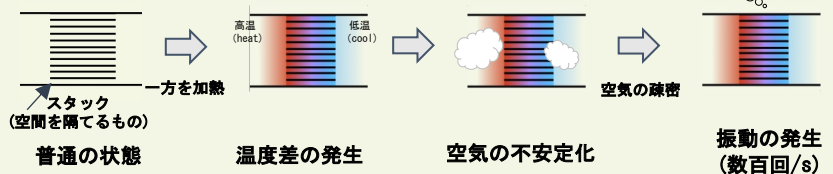
人類の活動に不可欠な「振動」が効率よく発生する条件を探るとい目標を持ち、熱音響現象に注目し空気を振動させる最適な条件を探る。

“振動”の例:

音、エンジン、熱音響クーラー

・原理: 熱音響現象とは?

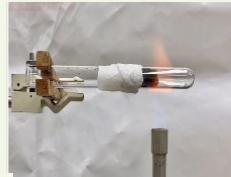
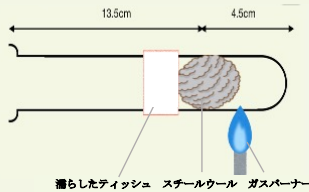
18cm試験管→約500Hz



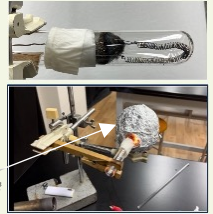
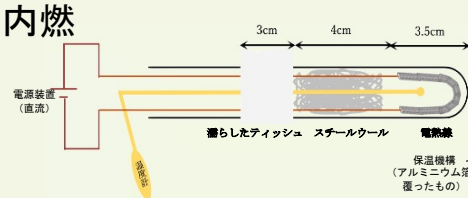
・実験方法

熱音響現象が発生(空気の振動が発生)した時点と現象発生中のスタック(スチールウール)の両端の温度を計測する。熱源には、ガスバーナーあるいは電熱線(世界初の技術)を使用する。

外燃

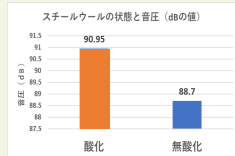
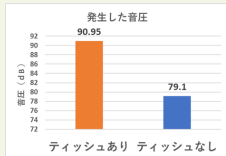


内燃



・予備実験

発生する音の音圧を大きくするための装置の条件について、以下の条件を比較して検討を行った。



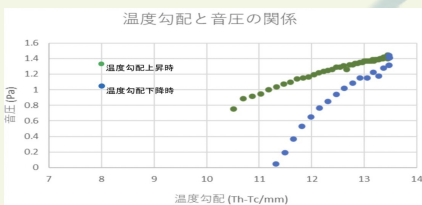
・実験2

温度勾配と振動の大きさ(音圧の大きさ)の関係を調べる。その際振動の大きさの指標として音圧(dB)を使う。

【方法】

- ①様々な温度勾配における音圧を測定する。
- ②音圧(dB)は相対的な指標であるため観測地点での音圧(Pa)の値に変換する。

【結果】



温度勾配上昇時の傾きは、温度勾配下降時の傾きより小さい。

【考察】

加熱する際はガスバーナーで試験管外部の空気も温められるため、外部への放熱が妨げられ試験管内で効率的に熱の対流が起きて音圧が大きくなった。一方で、加熱しないときはガスバーナーの炎がもたらす保温機能がなくなる。よって外部との温度差が大きくなり、外部への放熱がしやすくなり、音圧が小さくなったと考えられる。

・結論と考察

熱音響現象は温度差ではなく温度勾配によって発生することから、ある一定の温度差を用いて現象を起こす際には、**スタックの長さを調節することにより必要な温度勾配を作る**ことでそれを実現できるといえる。また、内燃・外燃を比較する実験より**内燃機関のほうが効率が良い**と分かった。これらの結果が工場などの廃熱からエネルギーを取り出す技術の確立に向けての大きな一歩となったと思う。

・参考文献

- ・琵琶 哲志 熱音響デバイス
- ・坂本 真一 はじめての熱音響・愛媛県立松山南高等学校 (田中諒、村上聖音) 熱音響現象における温度変化の最適条件
- ・藤田 武 他 熱音響冷却システムにおけるスタックの長さに関する基礎研究
- ・堀田 浩平 他 小型熱音響冷却システムにおける全長変化とスタック特性の関係について
- ・森本紗羽 パイプを炙った結果、音が出ました「熱音響機関を身近に」 など

・実験1

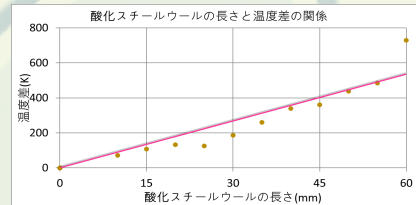
振動を生み出すための条件を調べる。

温度差(Th[K]-Tc[K])なのか温度勾配((Th[K]-Tc[K])/l[mm])(=Zとする)なのか。

【方法】

0.02g/mmのスタック(スチールウール)の長さを変化させて音が鳴り始める瞬間の温度差を測定する。

【結果】



【考察】

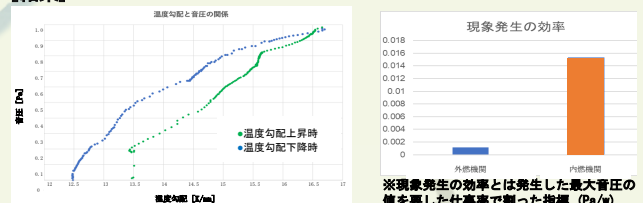
熱音響現象を起こすためには温度差ではなく、**温度勾配**が重要であるということが分かった。その値は $Z=8.93[K/mm]$ である。

・実験3

実験2より同じ温度勾配でも**保温状態**によって発生する音圧の差が生じたことから、外燃機関と内燃機関によるその差を比較する。

【方法】 これまでの実験を内燃機関で行う。

【結果】



温度勾配上昇時の傾きは、温度勾配下降時の傾きより大きい。

【考察】

実験2と比べ、温度勾配上昇時と下降時のグラフの傾きが**逆転**しているのは、加熱をやめた後、内燃機関では蓄えられた**エネルギーの放出が少なく、振動生成にも使われた**からであると考えられる。

・今後の展望

- ・廃熱などの捨てられているエネルギーの再利用にむけて、実際の状況を想定して熱音響現象を行う。
- ・太陽光などのより小さいエネルギー源から現象を発生させる。
→一定時間、現象を持続させることに成功した (new)

【科学賞委員会特別賞】

広島大学附属高等学校

第3学年

入澤 瑠星
網岡 和希
穴迫 祐

小井手 寛大
加藤 弘起
桐原 啓

工夫した点

- ・簡単かつシンプルな方法・装置（大型の設備ではなく、学校の理科教室で容易に準備ができる道具）で熱音響現象を再現した点
- ・従来の外燃機構に加え、新たに電熱線を用いた内燃機構を開発・導入し、また、従来の温度差の概念に加え、新たに温度勾配（温度差をその2つの温度が隔てられる距離で除したもの）を用いて現象を理解した点

分かった点

- ・試験管内の空気を隔てるスチールウールの長さを変化させて、必要な温度勾配を作ることで現象を発生させ、振動を生成することが可能になる点
- ・温度勾配を大きくすることで得られる振動が大きくなり、内燃機構の方が外燃機構より振動生成効率が良い点

もっと追究したい点

- ・ガスバーナー、電熱線、太陽光以外の様々な熱源を用いて現象を発生させ、振動を生成する点
- ・現実の排熱（300℃程度またはそれ以下の低温排熱）を利用して、実験結果を応用させ、技術を実用化させていく点

【講評】

熱振動現象を理解するために、温度勾配という概念を新たに提案し、効率的な活用に向けた研究を行うなど、熱振動現象への理解を深めるための基礎研究として優れた作品である。