

カキ殻粉末による酸性水の pH 上昇効果

福井県立若狭高等学校 海洋科学科 3 年
氏名・氏名

概要

カキ養殖業者からカキ殻の廃棄物は膨大な量であり、畑に入れるしか処理方法がなく、処分に困っていることを聞いた。そこでまず、カキ殻にはどのような効果があるのかをインタビュー調査で調べた。(以下省略)

Oyster farmer said that there was a huge amount of oyster shell waste and that the only way to dispose was putting it in the field to improve the soil and it is quite difficult to dispose. (以下省略)

1. 背景と目的

若狭湾ではカキ養殖が盛んに行われている。カキ養殖業者にインタビューしたところ、大量のカキ殻を廃棄するのに困っていることが分かった。そこでカキ殻について調べると、カキ殻に pH 調節機能があることが分かった。(以下省略) そこで、まずカキ殻が酸性水の pH を上昇させる条件を実験室内で調べることにした。

2. 材料と方法

〈カキ殻〉

養殖業者から頂いたカキ殻をハンマーで潰した(図 1)。

〈水〉

蒸留水とろ過海水を用いた。

3. 結果

〈カキ殻量による酸性水の pH の変化〉

淡水の酸性水にカキ殻を異なる量加えると、pH はどのように変化するかを調べた。蒸留水に酢酸を加えて pH を低下させた。その後 0 g, 0.1 g, 0.5 g, 1.0 g, 10 g のカキ殻を入れ、5 分後に pH を測定した。実験は 3 回行った。以下の実験もすべて 3 回行い、平均値と標準偏差を求めた。その結果、カキ殻を加えなければ pH3.37 であったが、カキ殻を 0.1 g 加えると pH は 4.32 と上昇し、加える量が増加すると pH は上昇したが 1 g から 10 g は pH6.92 から pH7.06 とあまり変化しなかった(図 5)。(以下省略)



図 1 カキ殻粉末



図 2 酸性化の様子



図 3 pH 測定の様子



図 4 カキ殻粉ペレット

〈水の酸性化〉

- ・蒸留水 100 mL に酢酸(ナカライテスク株式会社)を 50 μ l 加えて酸性化した。
- ・蒸留水およびろ過海水 100 mL に二酸化炭素ボンベ(理化学実験用ガス二酸化炭素, 太陽日酸ガス&ウェルディング株式会社)を専用のストローで 5 分間加えて酸性化した(図 2)。(以下省略)

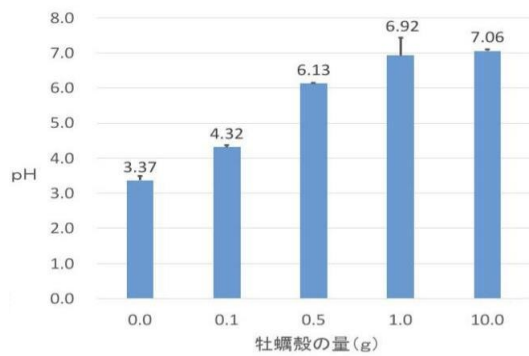


図5 カキ殻量による pH 値の変化(蒸留水)

4. 考察

酸性水に異なる量のカキ殻粉末を加えた実験の結果、pH は上昇したが、0.5 g を境に pH の変化量は低下した。カキ殻をある一定以上加えても pH は 7 以上高くなりにくいことから、pH の調節限度は pH7 をめどにするのがよい。

(以下省略)

5. 参考文献

1) 酸性雨に関する基礎的な知識. 国土交通省, 気象庁

https://www.data.jma.go.jp/gmd/env/acid/info_acid.html (2022年1月5日 閲覧)

2) 河合崇欣. 1989. 日本でも河川・湖沼の酸性化が起こるのか. 国立公害研究所ニュース, 8, No. 3, 9-10.

(以下省略)

論文作成

【経過】

- ・課題の設定
- ・目的の設定
- ・方法の設定
- ・実施
- ・結果
- ・ポスター作成

【論文作成の順序】

論文の記載順序と作成順序は異なる。

1. 結果（図、表、写真）

結果がまだ出ていない場合は、結果の予想

2. 結果の本文
3. 材料と方法
4. 背景と目的（または、序論）
5. 考察
6. 引用文献
7. 概要
8. 論文名
9. 謝辞
10. 概要の英文
11. **1~9を見直し、修正・・・重要！！**
12. 製本用のレイアウト
13. **さらに修正・・・重要！！ 完成**

【結果（図、表、写真）の作成】

ポスター、プレゼンテーションに用いる図表は、短時間でも見やすくすることを重視している。

論文では情報を正確に伝えることをより重視している。

そのため、ポスター、プレゼンテーションで使用した図表をそのままコピーペーストしては不適切な場合がある。

表の作成例

データをそのまま記載した表

表 10 異なる pH のメッキ溶液において銅板に付着したニッケルの量

	pH3	pH4	pH5	pH6
実験 1	0.0000 g	0.0375 g	0.0789 g	0.0321 g
実験 2	0.0000 g	0.0282 g	0.0500 g	0.0364 g
実験 3	0.0000 g	0.0332 g	0.0511 g	0.0377 g

修正した表

表 10 異なる pH のメッキ溶液において銅板に付着したニッケルの量

pH	付着量 (g)
3	0.0000±0.0000
4	0.0330±0.0047
5	0.0600±0.0164
6	0.0321±0.0029

表題は表の上

桁数をそろえる。

標準偏差：EXCEL の計算機能 Σ から STDEV.S を選択

平均値±標準偏差

各 pH で実験を 3 回行った。

表の付带的説明は表の下

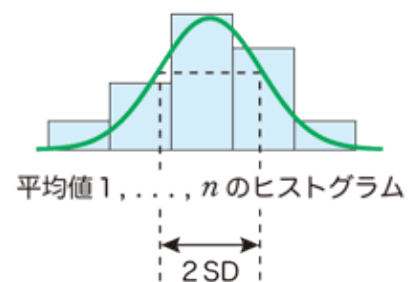
<標準偏差と標準誤差>

標準偏差：平均値を挟む 68.3%のデータが±標準偏差の範囲内に含まれる。

上記の表 10 を例にすると、もし、同じ pH のデータを実験 1, 2, 3 において、それぞれ 1 回だけ取得して、「データをそのまま記載した表」にはその値を記していたとしたら、「修正した表」に記した標準偏差は、そのまま標準偏差である。

注意しなければならないのは、これら 3 回の実験の平均値は、例えば 100 回、1000 回と実験を繰り返した場合（母数）の平均値とは異なることである。

標準誤差：母数に含まれる値（横軸）とその頻度（縦軸）が図の曲線のように左右対称の正規分布していることを前提にしている。もし、実験 1, 2, 3 のそれぞれにおいて、同じ pH のデータを複数回取得して、「データをそのまま記載した表」にはその平均値を記していたとする。その場合は、「修正した表」に記した標準偏差は、「平均値の標準偏差」であり、これを「標準誤差」という。



右図は 5 回実験を行い、その平均値の頻度を棒グラフで表している。2SD にはデータの 95.5%が含まれていることを示し、これが標準誤差である。逆に、4.5%が標準誤差外のデータであることを意味している。

なお、1 回の実験だけの数値を利用して標準誤差を計算できないわけではないが、そのデータが正規分布していることを前提とするためには、データ数を 30、少なくとも 20 は得ておかなければならない。

図の作成例

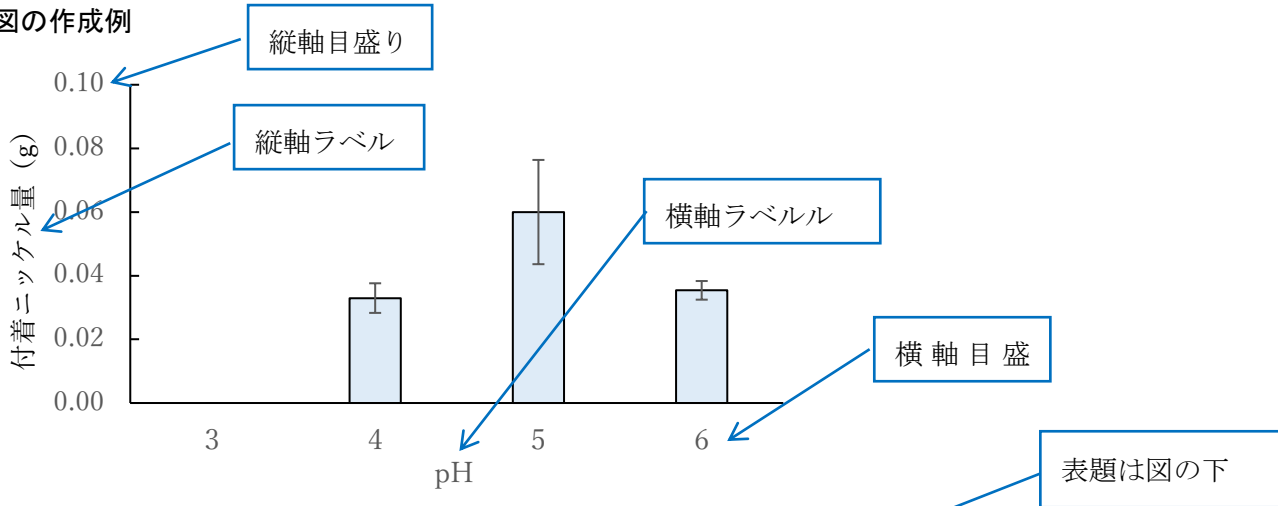


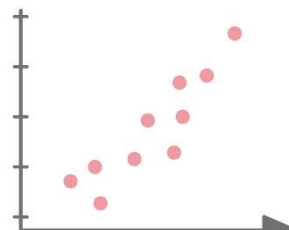
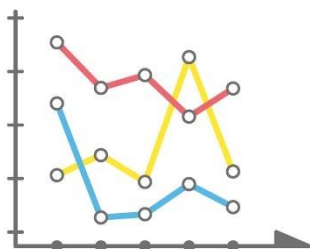
図 10 異なる pH のメッキ溶液において銅板に付着したニッケルの量

銅板とニッケル板をメッキ液中に入れて、直流電源の－極と銅板、＋極とニッケル板を導線で接続した。その回路に直列に直流電流計と可変抵抗器をつないだ。直流電源のスイッチを入れ、約 10 分間めっきした。各 pH あたり、3 回実験を行い、平均値と標準偏差を示した。

必要な場合、方法を簡潔に記述。詳細は本文の「材料と方法」に書く。結果の詳細は本文の「結果」に書く。

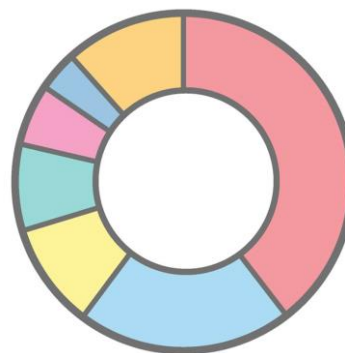
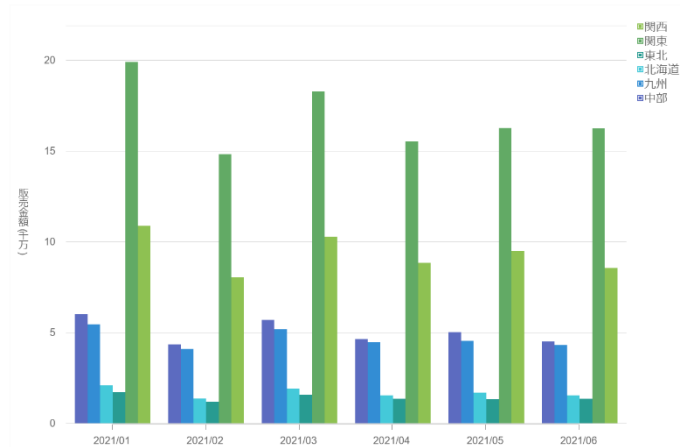
写真の場合も、図と同じ記載方法を採用する。

図の選択



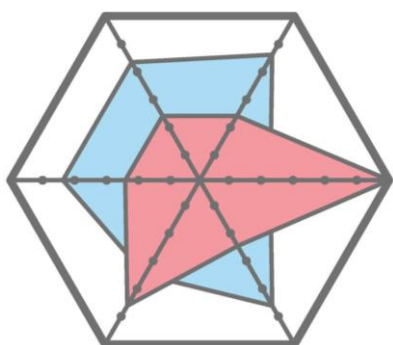
折れ線グラフ：時系列での変化をみる

散布図：2つのデータの相関をみる



円グラフ：全体に占める割合をみる

棒グラフ：データの大きさを比較する



レーダーチャート：複数のデータのバランスや傾向をみる

呈味検査などに多用される。

【結果の本文を作成】

実施項目ごとに分ける。

(例) 論文名：カキ殻粉末による酸性水の pH 上昇効果

結果の項目（小見出しに分けて記述する。）

- ・カキ殻量による酸性水の pH の変化
- ・カキ殻を酸性水に加えたのちの pH の経時的変化

各項目の記述内容

- ・目的
- ・材料と方法（材料と方法に詳述しているので、本項目に用いた材料と方法だけを簡潔に記述）
- ・結果
- ・結論（分かったこと、または、次の実験につながる事実ないし仮説）

記述例

(小見出し) 異なるカキ殻粉末量による酸性水の pH の変化

不適切な例

結果を図5に示した。

適切な例

(目的) 淡水の酸性水にカキ殻を異なる量加えると、pHはどのように変化するかを調べた。(材料と方法) 蒸留水に酢酸を加えてpHを低下させ、その後、牡蠣殻粉末を、無添加、0.1 g、0.5、(以下省略)を添加後、5分後にpHを測定した。(結果) その結果、(以下省略)であった(図5)。(結論) この結果から、酸性水に牡蠣殻粉末を加えると、量依存的にpHは上昇するが、中性付近以上は上昇しないことが分かった。

(注意) () は、記述の説明なので、実際の論文には記載しない。

結果は過去形で書く。

【材料と方法を作成】

- ・論文例にも示した通り、項目別に分けて記述する。
- ・実験ごとに書く場合、または複数の実験について一括して書く場合、それぞれに応じて記述する。
- ・文章で書くことを基本とする。
- ・一連の作業を箇条書きにしてもよい。
- ・多数の材料名を列挙したい場合は表にする。

記述例

(小見出し) 水の酸性化

不適切な例

酢酸
炭酸ガス

適切な例

蒸留水 100 mL に酢酸(ナカライテスク株式会社)を 50 μ L 加えて酸性化した。または、蒸留水およびろ過海水 100 mL に二酸化炭素ボンベ(理化学実験用ガス二酸化炭素, 太陽日酸ガス&ウエルディング株式会社)を専用のストローで5分間加えて酸性化した(図2)。

表を利用する例

表 1 水 200 mL に添加する調味料の添加量

添加物	実験番号					
	1	2	3	4	5	6
食塩 (g)	10	10	10	10		
濃口醤油 (mL)	30	20	10	0		
砂糖 (g)	30	30	30	30		
酒 (mL)	45	45	45	45		

(以下省略)

【背景と目的、または序論】

下記のような内容を記述する。

- ・既知の事実
- ・疑問点
- ・研究課題とする理由
- ・仮説をたてる
- ・具体的に何をやるのか

既知の事実を記述する場合、先行研究の論文等の引用元がある場合は必ず明記する。引用先の記述方法は後述。

記述例

(既知の事実、課題とする大きな理由) ヒトの皮膚が損傷した場合、(省略) 組織や器官が再生されることはない。(省略) ヒドラやプラナリアは非常に再生能力の高い生物として知られており、(省略) プラナリアの体はどの部分を切り出しても完全な個体へと再生する。(省略) 生物の再生メカニズムを解明することは、ヒトの再生機構を理解し、ヒトの再生医療技術を確立する上で非常に重要であるとされている。

(省略) (疑問点) 昨年度、(省略) ヒドラの再生に関する研究を行った(省略) 結果、胴体切片からの再生は起こったが、触手からの再生は起こらなかった。次に、なぜ触手と胴体部で違いが生じたのかを明らかにするために、触手と胴体部の細胞組成比を調べてみた。その結果、触手から神経細胞は観察できなかった(図 1)。(省略) (仮説) これらの結果から、ヒドラの胴体部の優れた再生能力は、(省略) 神経細胞も関与していることが考えられる。(課題とする理由) そこで、今年度の研究としては、(省略) 傷口ができた胴体切片の神経細胞はどのようなはたらきをしているのかを知るために研究を行うことにした。(省略) (既知の事実) プラナリアは過去に多くの研究がなされており、既にプラナリアの傷口から再生促進物質が放出されていることが知られている(Kanetani, 1964)。(具体的に何をやるのか) 今回の実験では、ヒドラの胴体にも再生促進物質が存在するのかについて調べた。

(福岡県立香住丘高校：ヒドラとプラナリアの再生に関する研究 平成 26 年) 改変

【概要の作成】

下記のような内容を簡略に記述する。

- ・課題の背景
- ・課題の内容
- ・研究方法
- ・結果（最も大事）
- ・考察、結論、分かったこと、など

記述例

（課題の背景）ヒドラとプラナリアは非常に再生能力の高い生物として知られている。（省略）体のどの部分を切り出しても完全な個体へと再生する。（課題の内容）我々は傷口に注目し、再生にどのように関与しているのかについて調べるために、傷口から何らかの化学物質が放出されているのではないかと仮定して実験を行った。

（研究方法）まず、ヒドラとプラナリア、その切断した切片を飼育液へ浸し、再生促進物質が溶け込んだと思われる培養液を作った。ヒドラの培養液と飼育液の中にヒドラ切片を入れ、（省略）。再生までの日数の違いを比較することで傷口から放出された物質の再生に対する作用を調査した。（結果）その結果、ヒドラの場合では飼育液中では3日程で再生が完了したが培養液中では2日程で再生が完了した。（省略）（考察）実験の結果より、ヒドラとプラナリアの両方の培養液では、通常の飼育液よりも再生が促進されていたことから、ヒドラとプラナリアの傷口から再生を促進させる物質が放出されていると考えられる。

（福岡県立香住丘高校：ヒドラとプラナリアの再生に関する研究 平成26年）改変

【考察】

序論で述べた課題、疑問、解決のために何々をやります、と宣言したことに対して、結果を通じて答えているか、しっかりと対応しているか、を考察で述べる。

そのため、下記のような内容を記述する。

- ・結果の要約
- ・結果の解釈・議論（他の研究との比較も含む）
- ・今後の課題

既知の事実を記述する場合、先行研究の論文等の引用元がある場合は必ず明記する。引用先の記述方法は後述。

記述例

（結果の要約）ヒドラに関しては、培養液中と飼育液中での再生を比較してみると、培養液中での再生の方が早い結果となった（図5）。（結果の解釈）このことから、ヒドラの虫体の傷口からも何らかの再生促進物質が分泌され、それが再生を促進させたと考えられる。（結果の議論）また、（省略）の（図2）ため、胴体切片から多くの再生促進物質が放出されている可能性が考えられる。また、（省略）実験の測定方法を現在のものに変更したことや期間が短く、個体数が確保できず、十分なデータが集められなかったことなど、実験結果は確証を得たものとは言いがたいものとなってしまった。（今後の課題）よって、考察をより強固なものとするために、今後さらに実験を重ね、多くのデータを取る必要がある。また、今回の実験では（省略）という前提で胴体部分のみ実験を行っていた。しかしながら、本当に（省略）であるかどうかを知るためには、触手部分と胴体部分を今回と同じように実験して比較する必要がある。さらに、ヒドラの再生促進物質とプラナリアの再生促進物質は同じ成分なのかについても今後調査していきたい。

【引用文献】

本文中での記載方法

いくつかのタイプがある。どれかひとつを選択する。

タイプ 1

天野 (2012) は、・・・ / ・・・と報告されている (天野、2012)。 / 斎藤と田中 (2012) は、・・・ /
・・・と報告されている (斎藤と田中、2012)。 / 山本ら (2013) は、・・・ / ・・・と報告されている (山本ら、2012)

タイプ 2

天野らは、・・・を発見した¹⁾。 / ・・・が存在している^{1) 2)}。
このタイプの場合、文献リストに番号を記す。

文献リストの書き方

タイプ 1 の場合は、著者名の姓の頭文字のアルファベット順に記述する。インターネット記事など、著者名が不明な場合はリストの後半にまとめる。

タイプ 2 の場合は 1) から順番にきじゅつする。

下記はタイプ 2 の場合。

冊子体の論文

- 1) 伊藤美奈子・田原のぞみ・鮫島彩 (2011) 本章に出てくる著者名は誰なのか：著者の前著にヒントを探る。
〇〇高校課題研究集第 10 巻、21-25 ページ

電子版の論文

- 2) 今井小百合・小野ひとみ・高橋奈々 (2011) 特上寿司と特上刺身は、試合成績に異なる影響を及ぼすのか？
サッカー研究 14 巻、e313 doi: xxxx/yyyy

書籍全体

- 3) 酒井聡樹 (2013) これから研究を始める高校生と指導教員のために：研究の進め方・論文の書き方・口頭と
ポスター発表の仕方。共立出版

書籍の一部の章

- 4) 嘉数明日香 (2013a) 特上寿司の効能。55-87 ページ。坂井勇氣編『鮮魚の研究』〇〇出版

著者名と年が被る場合

- 5) 嘉数明日香 (2013b) 特上寿司を構成するネタの栄養成分の比較。〇〇高校課題研究集 第 14 巻、11-15 ペ
ージ

インターネットのサイトのサイトの場合

- 6) 酒井聡樹 (2013) 若手研究者のお経 <http://www.ronbunronbun.html> 2013 年 3 月 10 日 閲覧

【論文名】

論文名は研究内容を端的に表現する。

例

修正前

牡蠣殻で環境水を浄化

【謝辞】

必要ならば書く。

例

〇〇について貴重なご提案をしてくださった△△株式会社□□様に感謝を申し上げます。

修正後

カキ殻粉末による酸性水の pH 上昇効果

【製本用のレイアウト】

当初は、ワードで明朝体 10.5 ポイントを基準に、1 段組みで書く。

製本する際には、教員の指示に従ってレイアウトを変える。

「ヒドラとプラナリアの再生に関する研究」は福岡県立香住丘高等学校の Web から転記した。本 Web には転記を禁ずる等が明記されていなかったために採用した。