

ウニ殻の有効活用

～炭酸カルシウムで消毒液を作る～

岩手県立釜石高等学校 理数科理科①ゼミ 3年 (岡本佳琳、太田愛香、細川蒔人)

キーワード：海産物、ウニ殻、消毒液、環境問題

岩手県は海産物の名産地である。今回私達は、海産物の不法投棄、特にウニに注目した。不法投棄されることがあるウニ殻を新しい活用方法で生まれ変わらせることを目的として、約1年間に渡ってウニ殻から消毒液を作成する研究を行った。

Iwate prefecture is a famous sea urchin producing area. This time we focused on illegal dumping of marine products, especially sea urchins. For about year, we conducted research to create a disinfectant solution from sea urchin shells with the aim of reborn sea urchin shells that may be illegally dumped using new methods.

1 はじめに

岩手県は海産物の名産地である。沿岸部では、ワカメやホタテ、アワビ、そしてウニがよくとれる。しかし、海産物として多くとれる分、可食部以外の殻などの処理が問題視されている。例えば、貝殻はそのまま普通ゴミとして廃棄することが出来ず、処理にも費用がかかる。それらの貝殻を再利用する方法はさまざま考えられている。なかでもホタテは土壌の肥料や陶器の材料などの利用方法が生まれている。

一方、ウニは利用方法が畑などで使用する肥料以外はほとんど確立していない。岩手県では、令和元年において全国の生産量約8000トン(殻付)のうち、約14%を占めている。このウニから廃棄される量を考えると、かなり大量になる。処理は水産系廃棄物として通常の処理とは異なった方法で行われる。万が一、ウニ殻をそのまま通常通り処理すると、ウニの塩分によって、焼却炉がダメージを受ける。そのため、実際には不法投棄されている殻も存在する。

私たちは、処理する方法が少ないことが、不法投棄の原因の一つだと考えた。不法投棄されるウニ殻は、様々な問題を引き起こし、陸に投棄されれば、臭いや衛生面で環境に影響が出る。そのような問題点が多いウニ殻の活用方法を開発することが、これからの環境問題の改善に必要なだと考える。

2 目的

現在新型コロナウイルス感染症の影響で消毒液が不足していることを考慮し、身近にある廃棄物を消毒液として活用できないかと考えた。そこで、本研究はウニ殻の成分に着目して消毒効果を引き出し消毒液を作成することを目的とする。私たちは先行研究をもとに仮説を立て、実験、考察を行った。

3 仮説

ウニ殻はホタテの貝殻と同じく炭酸カルシウム(CaCO₃)が主成分である。そこで、ホタテの貝殻を利用して消毒効果を示した先行研究から、以下のように仮説を立てた。

- 炭酸カルシウムを高熱で処理し、酸化カルシウムにする。
$$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$$
- 酸化カルシウムを水と反応させ、水酸化カルシウム水溶液とする。
$$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2\text{aq}$$

水酸化カルシウム水溶液は、強塩基性(pH 12～)を示す。除菌のために身近で使われているアルカリ電解水は約pH13であり、ウニ殻から得られた水酸化カルシウム水溶液を人の肌に使うことを考慮して調整すれば、消毒液として使えるのではないかと考えた。

4 実験

4-1 消毒液の作成

① 材料・道具

ウニ殻2個、蒸留水100mL、ガスバーナー、電気炉、乳鉢、乳棒、ざる、ビーカー、メスシリンダー、電子てんびん、ろ紙、ろうと、ガラス棒、攪拌機

② 消毒液の作成手順

- ・用意したウニ殻 2 個のうち 1 個をガスバーナー(400~500℃)、もう 1 個を電気炉(750℃)で焼き、それぞれの焼成ウニ殻をよく砕き、粉末状にする(図 1)。
- ・それぞれの焼成粉末を蒸留水 100mL に対し 0.2g 入れて攪拌機でよく混ぜ、ろ過をして、消毒液を作成する(図 2)。このとき、ガスバーナーと電気炉それぞれで作成したウニ殻の焼成粉末を水溶液にし、pH を測定したところ、違いが生じた。
ガスバーナー : pH 約 9
電気炉 : pH 約 11



図 1 粉末状にした焼成ウニ殻

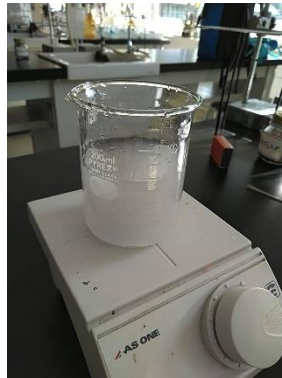


図 2 作成した消毒液(電気炉で焼いた粉末を使用)

4-2 寒天培地の作成と大腸菌の繁殖

消毒効果を確認するために、大腸菌を繁殖させたシャーレを使用する。

① 材料・道具

蒸留水 100mL、寒天培地の粉末、シャーレ、ビーカー、メスシリンダー、白金耳、電子レンジ、オートクレーブ、クリーンベンチ、恒温器

② 培地作成と大腸菌の繁殖

メスシリンダーで蒸留水を 100mL 量り、ビーカーに寒天培地の粉末を一緒に入れ、よく混ぜた後電子レンジにかけて溶かし、再度よく混ぜる。滅菌シャーレに入れて 121℃のオートクレーブに 15 分かけて滅菌し、冷まして固め寒天培地を作成する。クリーンベンチ内で寒天培地に大腸菌を白金耳を用いて塗りつける。大腸菌を付けた寒天培地を 36℃~37℃の恒温器で保管し、繁殖をさせコロニーを作る。

5 結果

5-1 消毒効果の有無

消毒効果の有無を以下の方法で調べた。

① 寒天培地に消毒液をかける方法

作成した寒天培地に大腸菌を繁殖させたシャーレに、作成した消毒液 (pH11) をかけて大腸菌のコロニーの増減を観察したところ、実験した 11 個中 7 個にコロニーが減少していることが確認できた。7 個中 2 個にはほとんど菌の繁殖は確認されなかった(図 3)。

二回目の消毒液をかけ、さらに 1 日おいて効果をみた。コロニーは確認されず、消毒効果があるといえる(図 4)。

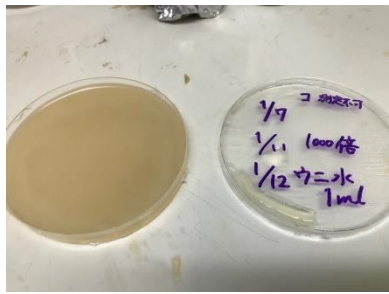


図3 消毒液をかけたシャーレ（1回目）※効果有

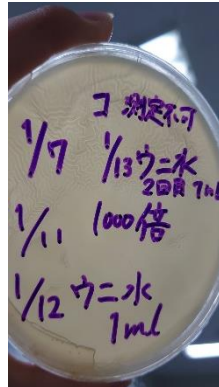


図4 消毒液をかけたシャーレ（2回目）※効果有

③ 寒天培地に消毒液を混ぜる方法

寒天培地を作成するときに蒸留水 100mL の代わりに作成した消毒液 100mL を混ぜて作った寒天培地に大腸菌をつけて菌が繁殖するかを観察した。その結果、実験した全ての寒天培地に菌が繁殖し、消毒効果は見られなかった(図5)。

注) 実際には消毒液はシャーレにかけて使うのでこの方法は実際の消毒液の使用法としての効果を見るのには適さないが、ウニ殻粉末そのものに消毒効果があるかを確認するために行った。

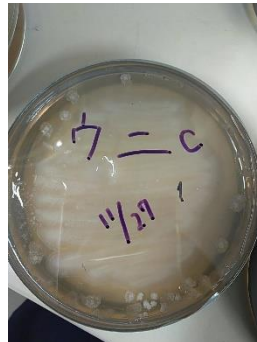


図5 消毒液を混ぜたシャーレ ※菌繁殖

6 考察

前項の結果より、大腸菌を繁殖させたシャーレに作成した消毒液をかけたところ、菌のコロニーの減少が作成したシャーレの半分以上で確認できたため、ウニ殻を消毒液にできる可能性があるかと判断できる。ただ、見かけでは全滅したようにみえても菌が少し残っている可能性が高いのでまだ完全な消毒効果を得られたわけではない。よって目的を完璧に達成できたとはいえないが、以下のように興味深い結果や進展があったので、成果はあった。ウニ殻をガスバーナーで焼いた時よりも電気炉で焼いた時の方が pH の値が高いことから、より高い温度で焼くことで、pH の値が高くなることはいえる。これは、炭酸カルシウム CaCO_3 の熱分解により、酸化カルシウム CaO と二酸化炭素 CO_2 に分解され、温度が高ければ高いほど分解されやすくなるため、水と反応する量が多くなることで pH の値が高くなると考えられる。また、この実験で菌にウニ殻の消毒液をかけたときに、コロニーが溶けているような状態になったものがあった。これが水酸化カルシウムによるものなのか、ウニ特有の成分によるものかは今回は確かめられなかった。

今回の研究ではウニ殻のみを用いた実験を行ったため比較対照がなく、ウニ殻の消毒効果の強さを判断するには不十分であるため、ホタテの貝殻や蒸留水、アルコールなどを用いて実験する必要がある。

また寒天培地作成の時に消毒液を混ぜたシャーレには全て菌が繁殖してしまったことについて、その原因に「培地を固める前にオートクレーブで高温にかけたため消毒効果が消えてしまった」または「培地粉末と混ぜたことで本来塩基性であるのが中性に傾いてしまった」の二つが挙げられる。この結果と考察により、消毒液

を作成する際に熱湯を使ったら効果は現れるのかという新たな疑問が生じた。

作成した消毒液について自分たちが使用してみたところ、pHが高いからか手が少し乾燥したような感じになった。机やドアノブなどに対して使う消毒液としてならいいかも知れないが、肌に使うならもう少しpHを下げる必要がある。また、消毒液にウニ特有のニオイがわずかに残ってしまっていた。ニオイをとるために、薬品などを使うことも考えたが、消毒液の塩基性を保てるか、コストがかかりすぎないか、環境への影響はないのかなどの点であまりいいとはいえない。薬品ではなく、消臭効果のある植物と殻の段階で一緒に置いておく、炭を使うといった方法で、消毒効果が左右されず、環境にもやさしくできるのではないかと思われる。

7 今後の展望

消毒液のpHの値が高ければ消毒効果も強まるが、肌への影響も強まるため、消毒効果を維持しながら肌への影響を抑える方法を検討していきたい。現時点ではグリセリンやアロエなどの保湿効果を有する物質を混ぜることを案に挙げている。また、溶かす焼成粉末の量や粉末の粒の大きさ、熱分解の際の温度、菌の種類も変えて、大腸菌だけでなく様々な菌に対しても消毒効果をもつかを調査し、消毒液完成を実現させたい。

以上のことから、廃棄されるウニ殻を少しでも減らし、地域の課題に貢献できるようにしたい。

参考文献

- ・富山大学看護学会誌(2008) 第7巻2号『ホタテ貝殻焼成粉末の殺菌および殺インフルエンザウイルス作用について』(<https://core.ac.uk>)
- ・本川達雄(2009)『ウニ学』p3 東海大学出版会