

蟹から繊維を作りたい～蟹は地球を救う～

福井県立武生高等学校 二三四昂暉 廣嶋孝亮 田中元陽 西脇直幸

Abstract

The title of our research is "Making Fibers from Crab Shells – Crabs Save the Planet." Crab shells, a specialty product of Fukui Prefecture, present a serious food waste problem, as most are discarded. This research aims to effectively utilize discarded crab shells by producing fibers from them. In our fiber production experiment, we used chitosan, a substance derived by deacetylating chitin found in crab shells. Chitosan was dissolved in an aqueous acetic acid solution and then immersed in a sodium dodecyl sulfate solution. Fibers were successfully produced by pulling up the interface with tweezers and drying it. We also conducted experiments to independently extract chitosan from crab shells to produce fibers.

キーワード：蟹、SDGs、繊維、キトサン、キチン、実験、食品廃棄物

1 はじめに

1.1 食品廃棄物問題

2025年現在、食品廃棄物問題が世界で話題となっている。多くの発展途上国では飢餓が問題となっているが、日本を含めた先進国では食品の大量廃棄が問題となっている。他にも、廃棄物により環境に負担がかかっているという問題も存在する。これらの早期解決のためには、持続可能な対策の推進が求められている。

1.2 蟹の甲羅の廃棄問題

福井県は、蟹の名産地として全国的に有名である。しかし、現状カニは甲羅などといった可食部以外の部分は食品廃棄物として捨てられてしまっている。これは全質量の60～70%に相当し、ゴミ問題に少なからず影響を及ぼしている。この現状をうけ、福井県民としてこの問題を解決したいと考えた。

1.3 キチン/キトサンとは

蟹の甲羅には、炭酸カルシウムやタンパク質の他にキチンという高分子化合物が含まれている。またそのキチンを脱アセチル化することによって、同じく高分子化合物のキトサンとなる。このキトサンの構造式は繊維にしばしば使われるセルロースの構造式とよく似ているため、そのキトサ

ンを代わりに用いても同じく繊維にでき、活用できるのではないかと考え、研究を始めた。

1.4 研究の目的

この研究の目的は、蟹の甲羅を繊維に変えることにより、大量廃棄されている蟹の甲羅の数を減らし、SDGs目標12番に貢献することである。そして後には、再生繊維を全国的に広め、石油由来の化学繊維の数を減少させる効果もあると考えている。

1.5 先行研究

本校の先輩方の研究（中西彩世ほか 2024.武生高校課題研究Ⅱ研究報告書）では、実験方法や結果の詳しい記述がなく、再現性がなかった。そこで繊維を生成する方法を一から考えるうえで他の先行研究（瀬尾 寛 キチン・キトサン研究の変遷と今後の展望 Jun. 03, 2019 または 久津美 清巳 渡辺 範夫 キトサンの繊維と膜の作成法 化学と教育 1995年 43巻 1号 p. 38-40）を参考にし、方法を模索した。

2 実験方法

2.1 実験1 (蟹からキトサン) 手順

- (1) 乾いたカニ殻を2mol/L塩酸に5時間浸漬する
- (2) 塩酸から取り出し、水洗・乾燥・粉碎する
- (3) 再び同濃度の塩酸に入れ48時間攪拌する。
(脱カルシウム)
- (4) 1mol/L水酸化ナトリウム水溶液に入れ100°Cで27時間加熱する。(タンパク質の除去)
—————粗製キチンの完成—————
- (5) 質量パーセント濃度0.5%の過マンガン酸カリウム水溶液に入れ1時間浸漬する
- (6) 取り出して水洗後、質量パーセント濃度1%のシュウ酸水溶液に入れ60°Cで30~40分攪拌する
(漂白)
—————純白キチンの完成—————
- (7) 質量パーセント濃度48%の水酸化ナトリウム水溶液に入れ120°Cで30分反応(脱アセチル化)
させる
—————キトサンの完成—————

2.2 実験2手順 (キトサンから繊維)

- (1) 質量パーセント濃度3%の酢酸水溶液100mLを作り、そこにキトサン5gを溶解し1時間放置する (これをキトサン溶液とする)
- (2) 下記の①~⑤の溶液を十分用意する
 - ① エタノール
 - ② アセトン
 - ③ 飽和塩化カルシウム水溶液
 - ④ モル濃度1mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液
 - ⑤ 質量パーセント濃度1.9%のドデシル硫酸ナトリウム水溶液

【パターン1】 (①~④のパターン)

- (3) 各溶液をバットに薄く浸らせる
- (4) 注射器でキトサン溶液を3mL取り、各溶液中にそれぞれ押し出す
- (5) 1日待つ
- (6) 反応したものを溶液から取り出す
(④については、流水でpHを小さくする)
- (7) 乾燥させる

【パターン2】 (⑤のパターン)

- (3) シャーレにドデシル硫酸ナトリウム水溶液を20cm³入れる

- (4) シャーレの中心にキトサン溶液を駒込ピペットを用いてゆっくりと静かに1~2cm³加える
- (5) ドデシル硫酸ナトリウム水溶液とキトサン溶液の界面にできた膜をピンセットで引き上げる
- (6) 乾燥させる

2.3 実験3

実験2でできた各生成物を水に浸し、変化の様子を確認する。このとき、生成物が水に溶解してしまった場合、繊維として実用化できないことを意味する。

3 結果

3.1 実験1の結果

実験1の操作(6)において、加熱開始から約10分後に、キチンと思われる物質がシュウ酸に溶解した(図1、2)ため、キチンを生成することができなかった。

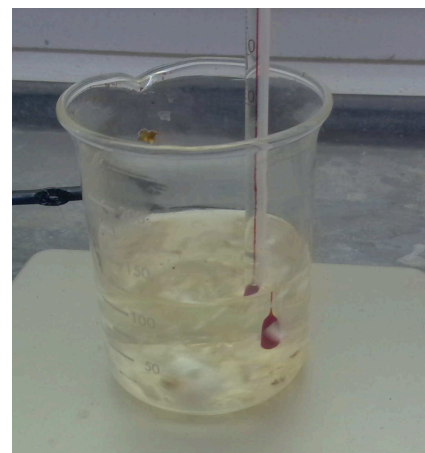


図1 (6)加熱5分後



図2 (6)加熱10分後

3.2 実験2の結果

各溶液を用いて、繊維をつくり出すことができた。(図3~7)

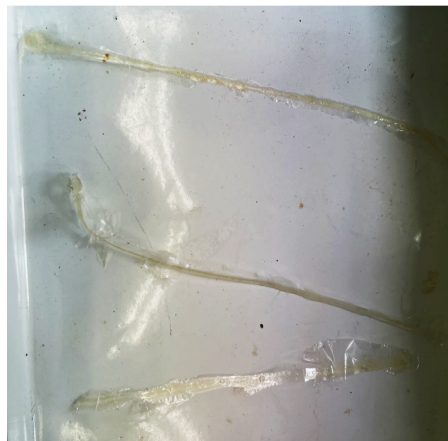


図3 エタノール



図4 アセトン



図5 塩化カルシウム水溶液



図6 水酸化ナトリウム水溶液



図7 ドデシル硫酸ナトリウム水溶液

3.3 実験3の結果

実験2の①、②、③の溶液による生成物は水に浸して10分ほどたつとゲル状になり、更に時間が経つと完全に溶解した。④、⑤の溶液による生成物は水に十分時間をかけて浸しても、水に溶解しなかった。

4 考察

4.1 実験1において生成物がシュウ酸水溶液に溶けた原因

シュウ酸水溶液に溶けた原因を考察する。まず、私達は実験を学校の実験室でやらなければならなかったため、先行研究の方法を再現することができなかった。その中でも、実験1の(6)の段階の水酸化ナトリウム水溶液に浸ける過程で想定時間以上と思われる1週間近くの期間、放置してしまっただけが最大の要因と考えられる。このときに、蟹殻が水酸化ナトリウムと過剰に反応してしまい、後の脱アセチル化まで反応してしまい、キ

トサンになっていたと考える。キトサンは酢酸に可溶で、シュウ酸も酢酸と同じカルボン酸であることから、シュウ酸を加えた際に、溶解したと考える。

4.2 実験2(1)~(5)における最良の繊維作成方法

結果2より、現状繊維として活用可能であるのは、④、⑤の溶液を用いた方法である。また、この2つを比較した際、⑤は④よりも、長く、細い。また、実験で、④ではpHを中性に近づける操作が入ってくるため、⑤がこの5つのパターンでは短時間でできる最良の繊維作成方法であると考えられる。

また、⑤の溶液を用いる方法で繊維を作成できるのかについて考察した。簡単には、キトサン溶液中のキトサンと⑤の電気的引力によって互いに引き合い、繊維状になると考えている。

4.3 繊維として実用可能か

結果3より、④と⑤は繊維として実用可能と言える。また、④と⑤を比較したとき、手順の容易さや生成物の長さや細さ等においてドデシル硫酸ナトリウムの方が優れており、繊維をつくる方法として適していると判断した。

5 結論、まとめ

5.1 結論

実験1では蟹殻からキトサンを抽出することに失敗したが、原因は水酸化ナトリウムに浸ける時間に問題があったと考える。実験2では、繊維を生成する方法には、ドデシル硫酸ナトリウムを用いる方法が一番適している と考える。再現性を確保するために、この手順通り再度実験を行い、同じような繊維が作れるのか確認する必要がある。

以上のとおり、現状蟹の甲羅から繊維を作成して実用化するのはとても難しいように思われる。しかし、この研究で出てきた繊維の細さ・耐久性の課題や大量生産の方法を解決できれば、ある程度の繊維生産が可能になるため、夢物語とは言えないと考える。

5.2 SDGs達成に向けて

近年、蟹の甲羅に含まれるキチンを利用し、キチンナノファイバーやバイオプラスチックの研究が進んでいる。このように、キチンやキトサンは人間社会に有用で、持続可能な物質として世間の認知が広がっている。

私達の研究をSDGsの観点から見ると、蟹の甲羅由来のゴミの量が減る他、この蟹繊維が人体に無毒であるという点から、新たな繊維産業として他の化学繊維に取って代わるということも期待している。したがって、この研究はSDGs目標9番（産業と技術革新の基盤をつくろう）または12番（つくる責任、つかう責任）に十分貢献できる。

6 今後の展望

今回の実験では、キトサンから繊維をつくる手順をある程度確立することができた。しかし、現時点では日常で使うには繊維が脆かったり、生産性が低かったりと改善の余地が多々ある。そのため、今後の研究ではより長く、よりしなやかな繊維を作れるよう試行錯誤を繰り返してやっていきたいと思う。また、今回は蟹からキトサンを生成することができなかった。今後実験を続けていくことにより、私達自身で蟹からキトサンを生成したいと考えている。

参考文献

1. 瀬尾 寛 キチン・キトサン研究の変遷と今後の展望 Jun. 03, 2019
2. 久津美 清巳 渡辺 範夫 キトサンの繊維と膜の作成法 化学と教育 1995年 43巻 1号 p. 38-40
3. 中西彩世ほか 2024. 武生高校課題研究II 研究報告書