

# 納豆の成分を用いた水質浄化

～酸化カルシウムと COD の関係性～

## Water Purification using components of Natto

-The relationship between polyglutamic acid and calcium oxide-

### Abstract

In our study, we attempt to identify the relationship between polyglutamic acid in Natto and divalent cations like calcium oxide. Previous studies have shown that when combined they make a mesh structure which can be used to treat and clean sewage. Polyglutamic acid has a large number of negative ions which can combine with positive ions. Therefore, we propose that if the amount of calcium oxide is increased, the power of connection will also increase and the degree of purification will in turn increase. However, we were not able to find any from the results of our experiments.

### 1. はじめに

世界には安全な水を飲むことができない人が数多くいる。そこで私たちは納豆という身近な食品を用いた水質浄化に興味を持った。昨年度までの研究では、浄化原理の追及や中和剤物質の特定などが行われていたが、浄化できたかどうかの確認は視覚的な視点からに限られていた。さらに浄化度合いを高め、それを数値化することができれば安心して水を利用できるのではと思い、この研究に取り組むことにした。

### 2. 仮説

先行研究から、汚水に納豆の成分であるポリグルタミン酸(以下、 $\gamma$ -PGA)と2価の陽イオンである酸化カルシウムを加えることで汚水が浄化できることがわかっている。

#### 浄化原理

汚水に $\gamma$ -PGAと2価の陽イオンの物質を入れると、 $\gamma$ -PGAの側鎖のカルボキシ基が水素イオンを放出しカルボキシレート基になり、2価の陽イオンと架橋して網目構造を形成する。そこに汚れ物質が絡まり、重力で沈殿し浄化する。

そこで今回は、 $\gamma$ -PGAが多数の陰イオンを持っているということに着目し、2価の陽イオンの量を増やすにつれてより強い網目構造ができると考えた。よって酸化カルシウムの量を増やすと浄化度合いは高まる、すなわち COD 値は低くなるという仮説のもと研究を進めた。

### 3. 研究方法

- (1) 納豆から $\gamma$ -PGAを抽出する。
- (2) 実験1：汚水(※1)に $\gamma$ -PGA(0.3 g)と酸化カルシウム(0.3, 0.4, 0.5 g)を加えたもの  
実験2：(A) 水に酸化カルシウム(0.3, 0.4, 0.5 g)を加えたもの  
(B) 水に $\gamma$ -PGA(0.3 g)を加えたもの  
をそれぞれ3分間攪拌する。
- (3) 濁度計(※2)とCOD測定法(※3)を用いて浄化度合いを測定する。
- (4) 比較して考察する。

(※1) 今回の実験では水 250 g、砂 10 g を混ぜたものを汚水として用いた。

(※2) 液体の濁り度合いを計測する機器。

(※3) COD 測定法とは

汚水中の汚濁物質(主に有機物)を一定の酸化条件で反応させ、それに要する酸化剤の量を酸素量(mg/L)に換算して表現したもの。海域や湖沼の汚濁指標として用いられ、COD 値が大きい場合ほど、水の中の有機物量が多く、水が汚染されていることを表す。

【測定方法】

- ① 試料を 100 mL、200 mL 三角フラスコに入れる。
- ② ①のフラスコに  $H_2SO_4$  (1 mol/L) を 10 mL、 $AgNO_3$  を 5 mL、0.005 mol/L の過マンガン酸カリウム( $KMnO_4$ )水溶液を 10 mL 入れ、よく振り混ぜる。
- ③ 沸騰水中で 30 分加熱。
- ④ 0.0125 mol/L のシュウ酸( $COOH$ )<sub>2</sub>水溶液を 10 mL 加え、振り混ぜる。
- ⑤ 60°C 水中で加熱。
- ⑥ 0.005 mol/L の過マンガン酸カリウム( $KMnO_4$ )水溶液で滴定をし、わずかに赤色になり透明に戻らなくなったところを終点とする。

COD算出

算出方法 ➡  $COD_{Mn}(mg/l) = (a-b) \times f \times 1000 / V \times 0.2$

a : 滴定に要した5mmol/l過マンガン酸カリウム溶液(ml)  
b : ブランク試験の滴定に要した5mmol/l過マンガン酸カリウム溶液(ml)  
f : 5mmol/l過マンガン酸カリウム溶液のファクター  
V : 検水量(ml)  
0.2 : 5mmol/l過マンガン酸カリウム溶液 1mlの酸素相当量(mg)

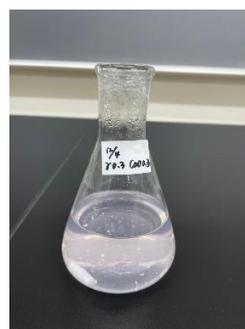
(画像1) COD 値の求め方

(表1) COD の基準値

河川箇所・廃棄物など	およそのCOD値 mg/l
人為的汚濁のない河川	1以下
水道用水源	3以下
水産用水 サケ、マス	3以下
水産用水 コイ、フナ	5以下
農業用水 根くされ病防止に	6以下



(画像2) COD 測定の様子



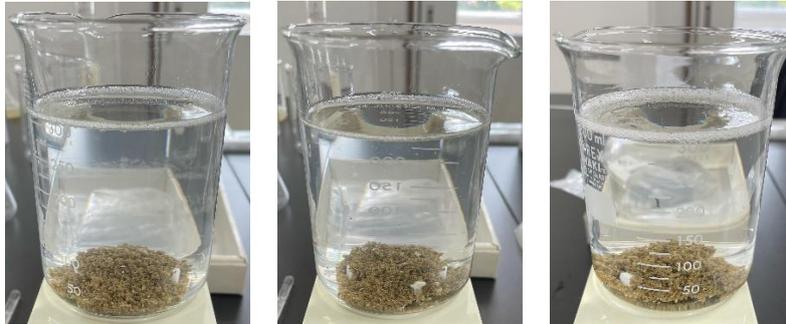
(画像3) 滴定終了の目安

#### 4. 実験結果

濁度計の値は酸化カルシウムの量に関わらず、0の値を示した。

(表2)COD測定法の結果

$\gamma$ -PGA\CaO	0.3 g	0.4 g	0.5 g	なし
0.3 g	16.27	18.11	15.28	20.32
なし	4.36	4.62	4.56	



(左から画像4, 5, 6) 実験1の結果 [ $\gamma$ -PGA 0.3 g、左からCaO 0.3, 0.4, 0.5 g]

#### 5. 考察

濁度計は酸化カルシウムの量に関わらず0を示したことから、透明度という点では浄化ができていると考えられる。実際に視覚的に見たときも(画像3, 4, 5)のように透き通っていて、浮遊物もほとんど見られなかった。

実験1では酸化カルシウムの量を0.3 gから0.4 gに増加させたときCODの値は上昇したが、0.5 gでは最も低い値を示した。つまり酸化カルシウムの量を増加させるにつれてCODの値が上昇するという、仮説とは反対の結果になった。これは、増加させた酸化カルシウムの量が $\gamma$ -PGAと化合できる限界を超えてしまったことが原因と考えられる。

実験2の(A)では実験1と同じような変化が見られたものの値に大きな差は見られなかった。実験2の(B)では実験1よりも高い値を示した。

今回の研究では酸化カルシウムの量とCODの関係性を明らかにすることはできなかった。しかし実験2(B)の結果から、COD値を高めていた原因は $\gamma$ -PGAではないかと考えた。その理由としては $\gamma$ -PGAそのものの成分や、 $\gamma$ -PGA抽出の際に用いたミックスエタノールが水中の汚れ物質として認識されてしまったことが原因ではないかと考えられる。

また全体的にCODが基準値を大幅に上回っていたことから、水質浄化は十分ではないと結論付けた。ただし、実験方法が適切でなかった可能性は十分考えられるので、確実な結論とは言い難い。

#### 6. 今後の課題

全体を通してCOD値のばらつきが大きく信憑性の高い結果が得られなかったため、さらに実験回数を増やして平均値の信憑性を高める必要がある。今回の実験では酸化カルシウムの量を3パターンしか調べることができず細かい結果を分析することができなかったため、前後の値を詳しく調べて広い範囲でのCODを比較したい。また $\gamma$ -PGAがCOD値を高めていたのではないかとという仮説は立てられたもののその根拠についてはまだ考えられていないので、それを突き止める必要がある。COD測定法は工程が多く1回の実験に要する時間がとても長くなってしまい実験回数の減少につながってしまったので、実験時間の短縮方法も考えていきたい。

## 7. 参考文献

- 大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎 2020 年度研究成果報告書
- 味の素株式会社 広報部  
[https://www.ajinomoto.co.jp/company/jp/presscenter/press/detail/2003\\_06\\_27\\_1.html](https://www.ajinomoto.co.jp/company/jp/presscenter/press/detail/2003_06_27_1.html)
- 柿井一男 納豆菌の“ねばねば” パワーで排水処理  
<http://www.chem.utsunomiya-u.ac.jp/lab/mizu/natto-index.html>
- 岐阜県教育委員会 COD の測定  
[https://gakuen.gifu-net.ed.jp/~contents/kou\\_nougyou/jikken/SubKankyo/5/index.html](https://gakuen.gifu-net.ed.jp/~contents/kou_nougyou/jikken/SubKankyo/5/index.html)
- 近畿地域づくりセンター COD 試験  
<https://kc-center.co.jp/archives/120>
- 福島県立磐城高等学校 過マンガン酸カリウムによる COD 測定法の研究  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jshwr/29/0/29\\_139/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jshwr/29/0/29_139/_pdf/-char/ja)