

# キトサンに関する基礎研究 第3報

## ～金属吸着ビーズによる色素吸着制御～

北海道札幌西高等学校化学部

2年 稲辺 広大

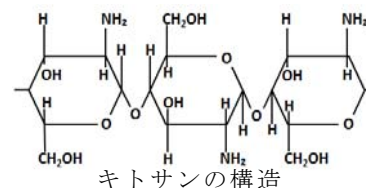


### 1. 研究動機

私たちの部活動では、廃棄物から役に立つものを作れないかと考え、カニの殻から得られるキトサンについて研究を続けてきた。私は金属を吸着させたキトサンビーズを色素水溶液に静置すると色素水溶液が透明になることを偶然発見し、この現象に強い関心を持ったため、今年度の研究対象に定めた。

### 2. 昨年度までの研究成果

キトサンにはアミノ基 ( $-NH_2$  基) が存在している。アミノ基の非共有電子対に金属イオンが配位結合することで金属イオンを吸着することができ、前年度までの研究によりスルホ基を持つ色素も同様に吸着されることを発見した。これはスルホ基とアミノ基のイオン結合によると考えられる。また、吸着したこれらの金属、色素はpHの操作により脱離させられることも発見した。なお、市販のキトサンはフレーク状で扱いづらいため、実験には自作の滴下装置を用いて均質なビーズ状に加工したものを用いた。



### 3. 本年度の研究成果

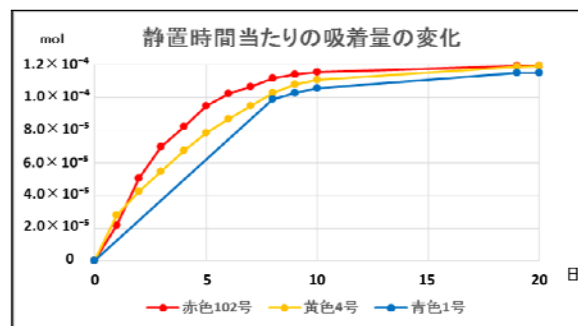
#### 実験1) 金属吸着キトサンビーズの色素吸着

##### [仮説]

金属イオンをキトサンビーズに吸着させたもの(以下 [金属名] ビーズ)を色素水溶液に静置することで色素水溶液が透明になったことから、金属ビーズの色素吸着量は通常のキトサンビーズより大きいのではないかと考えた。

##### [実験手順]

硫酸銅(II)水溶液を調製し、キトサンビーズを加え静置し、銅(II)イオンを吸着させた。その後ビーズを取り出し、赤色102号、黄色4号、青色1号の色素水溶液にそれぞれ加え、静置した。色素水溶液に銅吸着ビーズを加える前と後の吸光度を分光光度計を用いて測定し、静置前と後の色素の量の差から吸着量を算出した。



銅ビーズへの色素吸着

##### [結果]

銅ビーズは通常のキトサンビーズよりも吸着量が大きかった。また、色素の種類により吸着量に差が見られた。

##### [考察]

色素吸着量が通常のキトサンビーズよりも大きかったことから、銅が媒染剤のように働き、色素を定着させたのではないかと考えた。



吸着前(左)、吸着後(右)の  
赤色102号水溶液

## 実験2) 吸着金属による色素吸着量の変化

### [仮説]

吸着させる金属イオンの種類により、色素の吸着量は変化するのではないか。

### [実験手順]

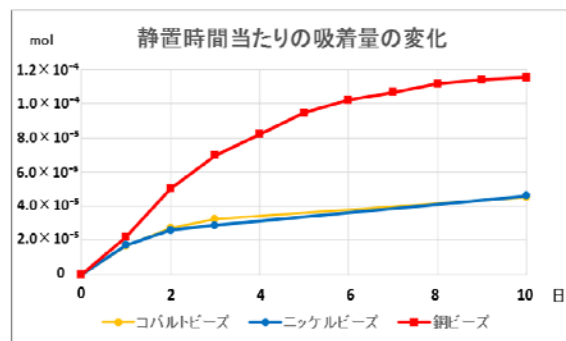
吸着させる金属イオンをニッケル(II)イオン、コバルト(II)イオンに変更し、それぞれ硝酸塩の水溶液を用いて吸着させた。

### [結果]

グラフから、ニッケル(II)イオンがコバルト(II)イオンよりもわずかに吸着量が大きかったがほぼ等しく、どちらも銅(II)イオンの吸着量には大きく及ばず、2倍以上の差があった。

### [考察]

色素の金属吸着ビーズへの吸着量は吸着させる金属のアンミン錯体の逐次生成定数により変化しているのではないかと考えた。また、色素の吸着量は金属イオンの吸着量が大きいほど増加していた。このことから、色素はキトサンビーズに吸着した金属と結合しているのではないかと考えた。



金属イオンによる吸着量の変化

## 実験3) 色素の吸着条件

### [仮説]

金属ビーズと色素の結合が色素の持つスルホ基によるものであれば、スルホ基を持たない色素は金属とイオン結合ができず、金属吸着ビーズには吸着しないのではないかと考えた。

### [実験手順]

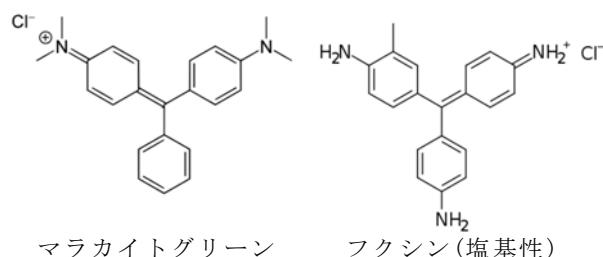
実験1と同様の実験を、色素をマラカイトグリーン、フクシンに変更し行った。

### [結果]

全く吸着しなかった。

### [考察]

金属ビーズに吸着した赤色102号などは負の電荷、マラカイトグリーンとフクシンは正の電荷を持つ。このことから、金属吸着キトサンビーズに吸着することができる色素はキトサンビーズに吸着した金属イオンとイオン結合ができる色素のみだと考えた。



## 実験4) 色素の選択吸着

### [仮説]

実験1では色素により金属ビーズへの吸着量には違いがあった。吸着しやすさの差により、色素の混合水溶液に金属ビーズを静置することで色素の選択吸着ができるのではないかと考えた。

### [実験手順]

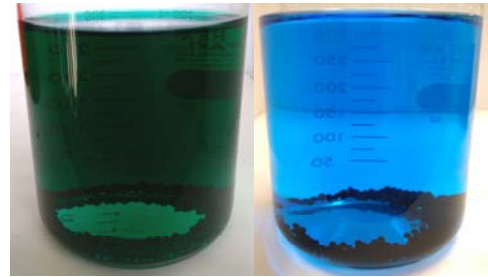
実験1で用いた3種の色素から1種あたり  $5.0 \times 10^{-5}$  mol/L になるように色素を2種加え調製した橙、緑、紫水溶液300 mLに銅ビーズを10日間静置し、色素吸着量をそれぞれ算出した。

### [結果]

色素の種類により吸着量に大きく差が出た。

### [考察]

実験1で吸着しやすかった順に銅ビーズに色素吸着し、青色102号はほぼ吸着していないようだった。これは青色1号の分子の大きさが比較的赤色102号、黄色4号より大きいため、結合を邪魔されやすいのではないかと考えた。また、これらの結果から、色素の吸着のしやすさの違いから色素の選択吸着が可能であることを明らかにした。



吸着前(左)、吸着後(右)の緑水溶液

### 実験5) pHの操作による色素の脱離

#### [仮説]

pHの操作によってキトサンビーズから金属イオンや色素を脱離させることができる。金属ビーズに色素を吸着させたものも同様に色素を脱離させることができるのではないか。

#### [実験手順]

実験1によって得られた銅ビーズに赤色102号が吸着したものに薄めた塩酸を少量ずつ加えることでpHを操作し、脱離が始まるpHの値を調べた。また、実験は4度行った。

#### [結果]

pHの操作による色素の脱離

実験回数	1回目	2回目	3回目	4回目
脱離を確認した pH	1.675	2.080	2.361	3.276
脱離の確認方法	分光器により確認	目視により確認	目視により確認	目視により確認

pHの値が表の値を示したとき、色素の脱離を確認したが、2,3,4回目では色素の脱離量が非常に小さく、分光器で測定できなかった。

#### [考察]

金属ビーズも同様にpHの操作により色素を脱離させられ、pH3~4で色素の脱離し始めることがわかった。今後はより正確に脱離を確認できる方法を用いて正確な脱離量や脱離が始まるpHの値、金属イオンが脱離しているかなどを調べたい。

### 4. まとめと展望

金属を吸着したキトサンビーズがスルホ基を持つ色素を非常に大きく吸着し、吸着させる金属や色素の種類により吸着量に差があること、色素の吸着しやすさの違いから色素の選択吸着が可能であること、それらの脱離がpHの操作により可能であることが示された。この性質を汚染物の凝集材やドラックデリバリーなどに応用できる可能性があるため、今後はより正確な計測方法や詳しい脱離条件などを探していきたい。

### 5. 謝辞

実験を行うにあたり、元北海道大学環境科学院の坂入信夫先生と当時大学院生だった藤田彩華さんにキトサンビーズの製作について助言を頂きました。深くお礼を申し上げます。

### 6. 参考文献

56回全道高等学校理科研究発表大会研究発表資料(キトサンに関する基礎研究)

#### 受賞にあたって

この度、日本化学会北海道支部奨励賞を頂くことができ、大変光栄に思います。この賞の受賞、大学の先生方のご指摘を励みに、より研究成果が出せるよう、今後も精進していきたいと思っております。