

DNA による金属イオンの集積Ⅱ

1年1組 奥田 凌大 1年2組 中村幸志郎 1年2組 森本凜乃介
1年3組 飯田 航平 1年3組 池田 陽向
指導者 西村 成子

1 課題設定の理由

金属イオンには、人の体に必要なものもあるが、その一方で重金属のように、条件によっては人体に悪影響を及ぼすものや公害の原因になっている物も多くある。私たちは金属イオンを工学的な処置ではなく、身近にあるものを利用して、金属イオンを集積し、削減させたいと考えた。

2 仮説

DNA がプラスの電荷を持った有機化合物や金属イオンと強く相互作用することが分かっている。これは、DNA の基本骨格にはマイナスの電荷を持ったリン酸基が含まれているためアニオン性高分子としての性質を有していることと、4つの核酸塩基部分に金属イオンを配位する部位が多数存在するためである(図1)。

先行研究から、DNA ビーズを使用することで金属イオンを集積できることが明らかになっている。そこで、市販の DNA を用いた DNA ビーズを使用することで金属イオンを集積出来ることから、みかんの皮(廃棄物)から抽出した DNA を代用しても、金属イオンを集積出来るのではないかと考えた。

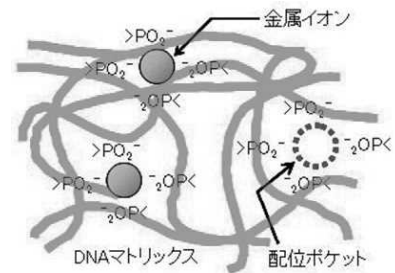


図1 DNAのモデル

3 研究の方法

(1) 実験1 検量線の作成

ビーカーにデオキシリボ核酸ナトリウム 1.0 g と、ジフェニルアミン溶液 10 mL、蒸留水 100 mL を入れ、溶液を調製した。その溶液を 0.25 ppm、0.5 ppm、1.0 ppm、3.0 ppm、5.0 ppm になるように調製した。この溶液にジフェニルアミン溶液を 5.0 mL ずつ加えて溶液が青色になるまで加熱した。変色後に、それぞれ島津製作所の島津紫外可視分光高度計を用いて、吸光度を測定した。

(2) 実験2 金属イオンの集積(図2・図3)

ビーカーに塩化銅(Ⅱ) $CuCl_2$ を 5.0 g 入れ 5.0 ppm の溶液を調製した。その溶液に DNA を入れて固めたゼラチンを添加して、1時間後、2時間後、3時間後、24時間後の金属イオン濃度をそれぞれの吸光度と検量線から求めることにより、DNA と金属イオンとの相互作用を評価した。



図2 DNA抽出の様子



図3 金属イオンの集積

4 結果と考察

(1) 実験1 検量線の作成

ジフェニルアミン溶液を用いて DNA 量を測定しようと試みたが、測定がうまくできなかった。

(2) 実験2 金属イオンの集積

表 1 吸光度測定

濃度 (ppm)	吸光度 (Abs)
5	0.056
10	0.117
20	0.234
50	0.565
100	1.148

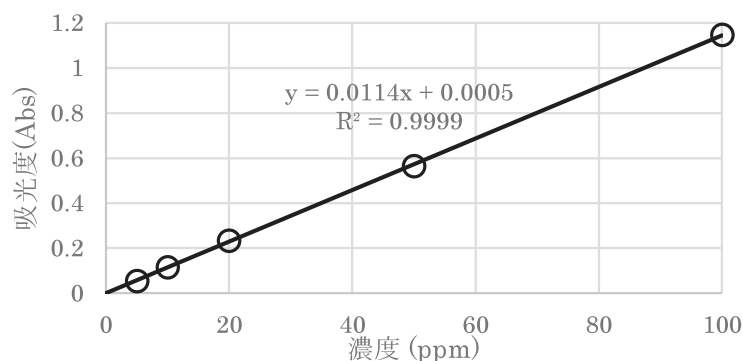


図 4 塩化銅 (Ⅱ) CuCl_2 の検量線

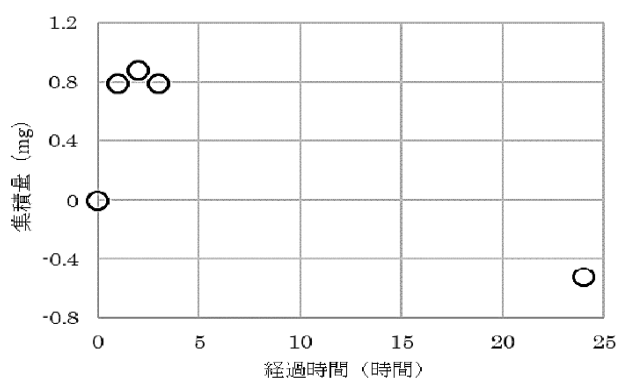


図 5 塩化銅 (Ⅱ) CuCl_2 の集積

みかんの皮を用いて、DNA を抽出した。24 時間後では、集積量が負の値を示していることから DNA またはゼラチンが浮遊していたと考えられる。

塩化銅は、2 時間後までしか集積量が増加していない。DNA を入れた溶液の値が下がったことから、DNA により金属イオンの集積ができた。DNA による集積量には限界があり、値が 2 時間後以降変化していないことから、集積にかかる時間は 2 時間であるといえる。

5 まとめと今後の課題

DNA により 2 時間で金属イオンの集積ができることが明らかになったが、抽出した物質に DNA がどの程度含まれているか確認していなかった。今後の課題としてジフェニルアミン溶液を用いて DNA 量を量る必要がある。また、DNA を魚の子や動物のもの、ほかの果物の皮など破棄されてしまうものを再利用したり、金属イオンの種類を増やしたりして集積量の違いを調べたい。また、集積後の DNA から金属イオンを取り出すために DNA を燃焼させ、酸化銅を得てからそれをメタノールで還元し、取り出した銅を再利用することも考えたい。その他の DNA から金属イオンを取り出す方法や再利用法を検討していきたい。

参考文献

- ・芝籐あす香, 松下紗也, 山本希美, 岡原菜央 (2020) 「DNA による金属イオンの集積」令和元年度 SSH 生徒課題研究論文集, 131-134
- ・藤澤祥 (2015) : DNA 担持磁性体の創製とその金属イオンの集積能, 平成 26 年度岡山理科大学 理学部化学科 卒業研究
- ・山田真路 (2003) : 汚染物質除去材としての DNA, J-STAGE, 52 巻 3 号, 134-137
- ・山田真路 (2011) : DNA-無機ハイブリッドビーズによる重金属イオンの集積, 第 60 回高分子討論会
- ・山田真路 (2009) : DNA フィルター, バルカー技術誌 Winter 2009, No.16
<http://www.valqua.co.jp/wp-content/uploads/pdf/technical/16/vtn016-03.pdf>