

アルマイトの保存条件と着色

静岡県立清水東高等学校
自然科学部化学班 2年 野澤優志 中野智陽 橋爪淳

1 動機

先行研究で着色液に着目していたが、私たちは保存方法の影響もうけるのではないかと思い、保存方法に着目した実験をすることにした。私たちはアルマイト表面の孔に何らかの変化を生じさせるために、アルマイトを様々な条件下において、一定期間保存して(表面の孔に十分反応する程の時間を空けるため)どのような因子が着色に影響を及ぼすのか明らかにする。

2 目的

アルマイト着色は、アルミニウムの表面を陽極酸化処理した(以降、「アルマイト」と呼ぶ)際に作られる微細な孔に色素が挿入されることで行われる。

先行研究で着色液(アントシアン系色素)のpHと着色される色の関係の研究がなされていた。判明していることは、色素がアルマイト表面にできた Al^{3+} とキレート結合し、錯体が形成されることで着色されることである。また、pHの値に応じてアルマイトにつく色が変わることも判明した。

そこで、私たちはアルマイトの着色と保存の関係性に着目した。アルマイト表面の孔で起こる変化とそのメカニズムについて明らかにする。

3 実験 1

(1) 〈目的〉

アルマイトを色々な環境下で保存して、着色されるか否かについて検証する。

(2) 〈方法〉

ア アルマイトの作成

(ア) アルミニウム板(縦 10 cm 横 2 cm 厚さ 0.3 mm)を紙やすり #1200→#2000 の順番で磨いた。

(イ) (ア)のアルミニウム板を 40°Cの水酸化ナトリウム水溶液(0.60mol/L)、85°Cの硝酸水溶液(15%)の順番でそれぞれ 1 分間洗浄した。ここで、アルミニウム板の硫酸に触れる部分の面積を等しくするために、固定用の発泡スチロールからアルミニウム板の上部を 1.5 cm出すようにした。

(ウ) 15%の硫酸を用いて陽極酸化処理をした。なお、硫酸に浸けるアルミニウム板の面積を 1 cm²当たり 0.015A の電流で 30 分間流した。

イ アルマイトの保存

アで用意したアルマイトを次下の 3 つの条件で 1 週間保存した。

- ・そのまま放置したもの(空气中)
- ・水中で保存したもの
- ・ラップで包んで保存したもの

ウ アルマイトの着色方法

(ア) ビーカーに 100mL の蒸留水を入れ、アントシアン系色素が含まれるタブレット (FANCL 目の疲労感ケア) を一粒溶解させ、着色液を作成した。

(イ) この着色液に陽極酸化処理した後に、一定期間時間を空けたアルマイトを 65℃にして 10 分間、さらに 100℃にして 10 分間、浸して着色したか否かを調べた。

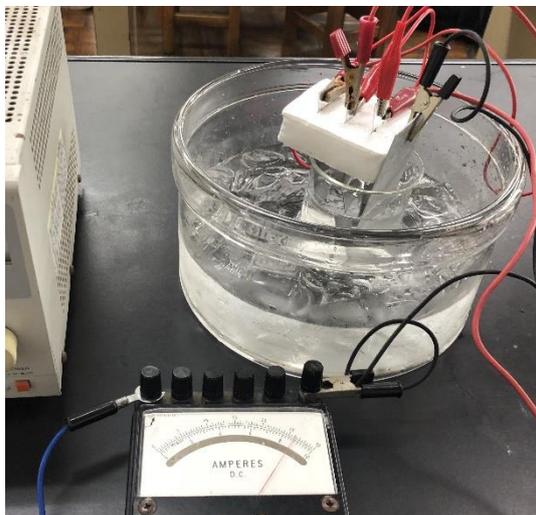


図1 陽極酸化処理の様子

(3) 〈結果〉

空気に触れているアルマイトのみ着色されず、空気に触れていないアルマイトは着色される。着色の有無の判断は目視による。○は着色された、×は着色されなかったサンプル数を示す。

そのまま放置したもの…着色された。(○19個 ×0個)

水中で保存したもの…着色されなかった。(○2個 ×5個)

ラップで包んで保存したもの…着色されなかった。(○6個 ×13個)

(図2はそのサンプルの一部)

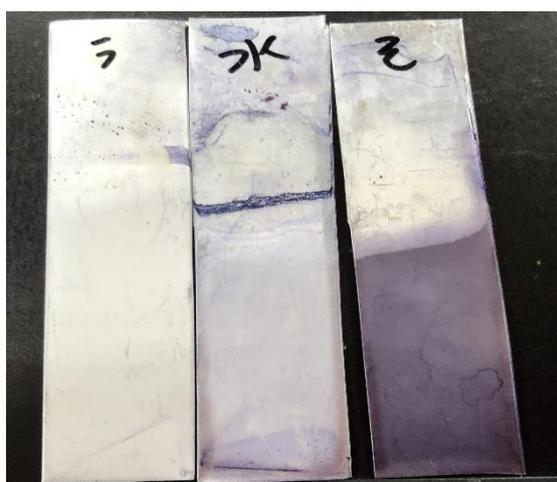
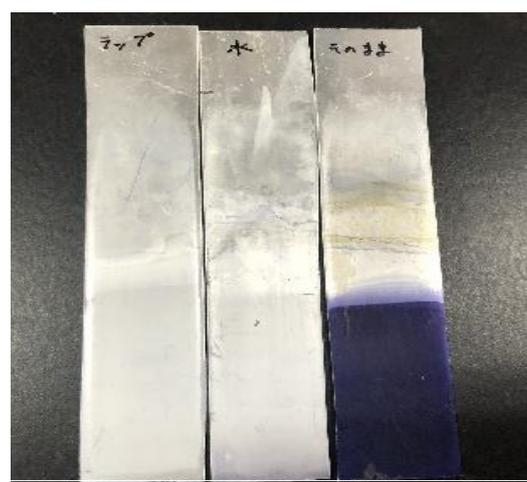


図2 実験1の結果①

左からラップ、水中、そのまま

× × ○



実験1の結果②

左からラップ、水中、そのまま

× × ○

(4) 〈考察〉

予想に反して、そのまま放置したものは着色され、水中で保存したものとラップで包んだもの

は着色されなかった。このため、着色には、空気に触れさせることが必要であると考えられる。
そこで私たちは、空気の有無に着目しようと考え、実験2を行うことにした。

4 実験2

(1) 〈目的〉

空気があると着色されると考えられるので、空気中に含まれる窒素、酸素、アルゴンのそれぞれで満たされた瓶に、アルマイトを保存することで、空気中のどのような気体の影響を受けて着色されているのかを明らかにする。

(2) 〈方法〉

実験1と同様の方法(ア)でアルマイトを準備し、(イ)については、窒素、酸素、アルゴンで置換した瓶に入れて1週間保存した。その後、実験1と同様の方法(ウ)でアルマイトの着色を試みた。

(3) 〈予想〉

空気に窒素や酸素は多く含まれているので、いずれもアルマイトは着色されるが、アルゴンについては1%程度と微量なので判断できない。

(4) 〈結果〉

着色の有無の判断は目視による。○は着色された、×は着色されなかったサンプル数を示す。

窒素…着色された (○7個 ×4個)

酸素…着色されなかった (○1個 ×8個)

アルゴン…着色された (○8個 ×3個)

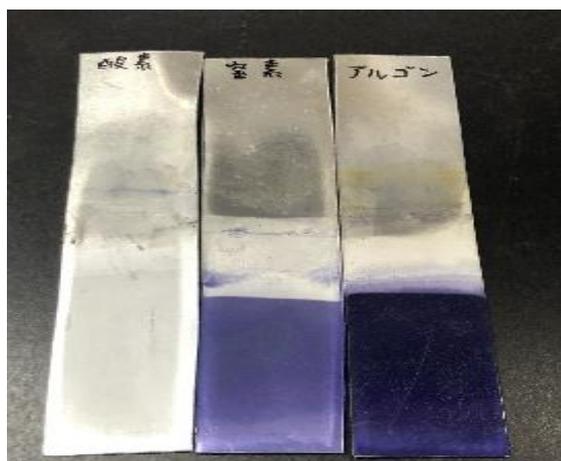
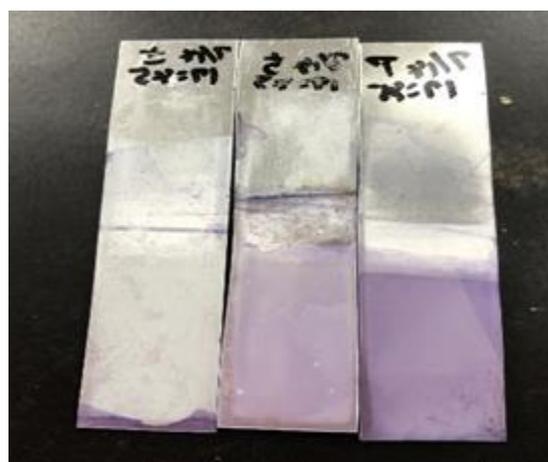


図3 実験2の結果①
左から酸素、窒素、アルゴン
× ○ ○



実験2の結果②
左から酸素、窒素、アルゴン
× ○ ○

(5) 〈考察〉

窒素、酸素はともに空気に多く含まれているが、酸素で保存した場合のみ着色が見られなかったということは、実験1で酸素を含む空気中で保存した場合の結果と矛盾しているように思われる。そのため、酸素を含んでいても、窒素の割合がアルマイトの着色に影響を及ぼしていると考え、

実験3を行うことにした。

5 実験3

(1) 〈目的〉

酸素が存在しても、窒素の割合が大きければ、着色可能か否かを検証する。

(2) 〈方法〉

実験1と同様の方法(ア)でアルマイトを準備し、(イ)については、窒素と酸素を体積比4:1、3:2、1:1、2:3、1:4の割合でそれぞれ混合し、2日間保存した。その後、実験1と同様の方法(ウ)でアルマイトの着色を試みた。

(3) 〈予想〉

窒素の比率が高いほど着色されやすくなる。

(4) 〈結果〉

着色の有無の判断は目視による。○は着色された、×は着色されなかったサンプル数を示す。

4:1… (○3個 ×0個) 3:2… (○2個 ×1個)

1:1… (○2個 ×1個) 2:3… (○1個 ×2個)

1:4… (○0個 ×3個)

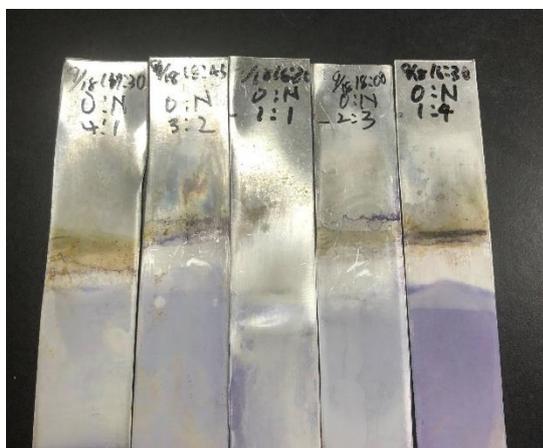


図3 実験3の結果

左から4:1、3:2、1:1

2:3、1:4 (O₂:N₂)

(5) 〈考察〉

酸素が存在していても、窒素の存在割合が大きければ着色可能であることが分かった。すると実験1では酸素が存在していても窒素が多いため、着色が可能であり、実験2では酸素のみでは、窒素がないため着色されず、反して窒素のみであったときには着色されたという結論にはこの実験結果から矛盾がなくなったと思われる。さらに、水中で保存したものやラップで包んで保存したものについても、酸素にも触れていないだけでなく、窒素とも触れていないということから、着色できなかったという結果は、整合性があると思われる。

ここでこれらの結果を踏まえて私たちはアルマイトの着色メカニズムを予想した。酸素中、不活性ガス中、不活性ガスと酸素を含むときの3つの場合に分けて考える。

まず、酸素中での場合は、酸素がアルマイト表面と強く結びつきそれによって孔が埋まってしまうため、色素が孔に入り込めなくなり着色されなくなる。

次に不活性ガス中での場合は、不活性ガスがアルマイト表面と結びつこうとするが、酸素に比べて結合する力が弱いため容易にアルマイト表面から離れるため、色素が孔に入り込むスペースが生じ着色されやすくなる。

最後に不活性ガスと酸素を含む場合を考える。上記のように不活性ガス、酸素ともにアルマイト表面と結びつこうとするが、不活性ガスについては容易にアルマイト表面から離れるため色素がその代わりに孔に入る。この時、着色のされやすさは孔に入り込む色素の数に依存するため、不活性ガスが多ければ多いほど色素が入り込むスペースが増えるため着色されやすくなる。

6 反省と課題

- ・着色のされ具合を数値化して、目視での判断よりも正確にしたい。
- ・窒素、酸素、アルゴンがどのようにアルマイトの着色の可否に影響を与えているのかをさらに探っていきたい。

7 参考文献・web

- ・化学の新研究 著：ト部吉庸（三省堂）
- ・アントシアン系色素によるアルマイト着色のメカニズム
（静岡県立清水東高等学校 自然科学部化学班 加藤優太郎・井上登偉）
- ・東栄電化工業株式会社ホームページ <http://toueidenka.co.jp>