

電気分解における陽極金属の形状の変化に関する研究

2年4組 児玉 亜門 2年4組 岡崎 耀太郎 2年4組 越智 雅文
2年4組 高野 諒二 2年3組 田中 文也
指導者 窪地 育哉

1 課題設定の理由

化学の授業で電気分解をする際に使われた銅板は液面が最も溶けていて、全体で見ると銅板がくびれるように溶けていることが分かった。我々は、なぜくびれるように溶けていくのかと疑問に思い、電気分解における陽極金属の溶け方について調べることにした。（この論文において、今後はこの銅板の形状を“くびれ”と、また銅版の溶液との接触部分と非接触部分の境目を“境界”と称して扱う。）

2 仮説

くびれ有無には、生徒がそれぞれ異なった条件で実験を行っていたからだと考えられる。私たちは条件の中でも、電圧や電流の大きさが銅板の溶け方に関係していると考えた。また液面に近いところがかくびれていたことから、液面に近いところほど反応が盛んに起こると考え、液面付近の何らかの条件が銅板の溶け方に影響しているのではないかと考えた。

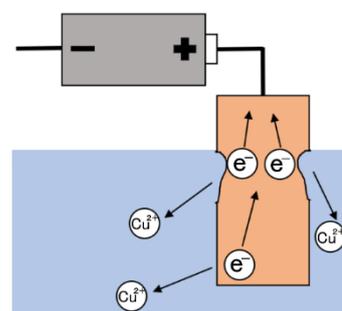


図1 陽極で起きる変化の模式図

3 研究の方法I

- (1) 硫酸銅水溶液と直径 0.9mmの銅線を用いて電気分解を行う。電流を流す時間と電圧の大きさの組み合わせを変え、陽極の銅線の溶け方を観察する。その後、双眼実体顕微鏡でさらに詳しく観察した。
- (2) 硫酸銅水溶液と銅板を用いて電気分解を行う。電圧と電流を流す時間の組み合わせを変えて陽極の銅線の溶け方を観察する。その後、双眼実体顕微鏡でさらに詳しく観察した。

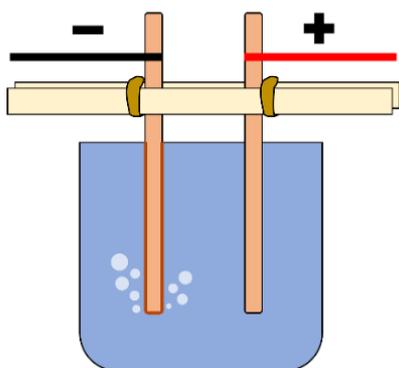


図2 実験 I-(1)の実験装置の模式図

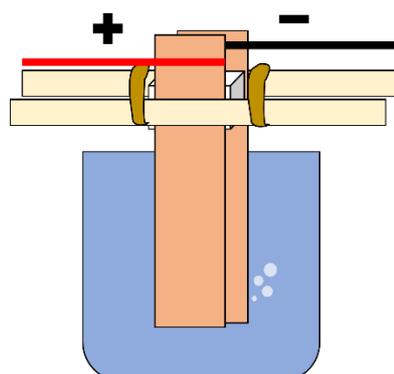


図3 実験 I-(2)の実験装置の模式図

4 結果と考察I

1. 結果

- (1) 銅線の液面部が最も溶けていた。銅線の先端に近づくほど溶け具合は小さくなった。電気分解を行う時間を長くするほど、銅線のくびれ具合は大きくなった。



図4 液面付近が溶けた銅線

(2) 銅板の液面部が最も溶けていた。銅板の先端に近づくほど溶け具合は少なくなった。図6より、銅板の溶け具合は電流を流した時間に伴って変化し、長時間電気分解を行なったものの溶け具合やくびれかたは大きくなっていった。銅板はまず液面部から溶け始めて、液面部から剥がれ落ちるように溶けていた。

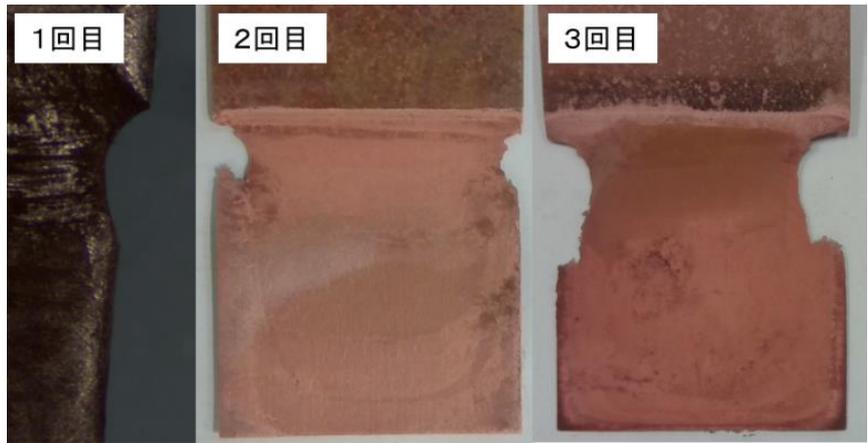


図5 電気分解の回数による銅板の形状の変化

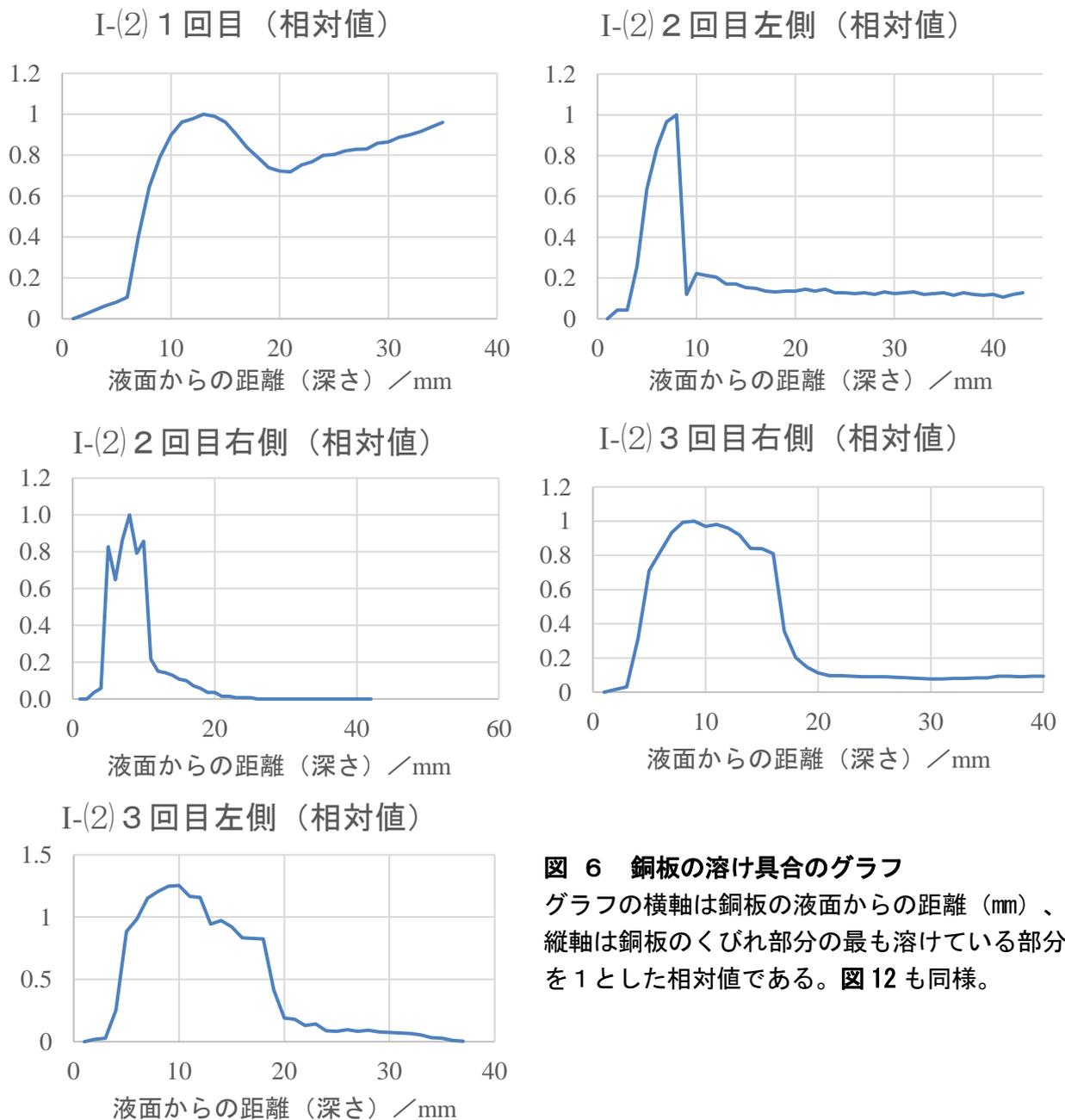


図6 銅板の溶け具合のグラフ

グラフの横軸は銅板の液面からの距離 (mm)、縦軸は銅板のくびれ部分の最も溶けている部分を1とした相対値である。図12も同様。

2. 考察

上の実験I-(1)、I-(2)より、液面付近の銅板がよく溶けることが分かった。また、銅板の溶け方から、溶液の濃度が均一な状態でなかったと考えられる。それが銅板の形状の変化に関わっているのではないかと考え、濃度を揃えることを目的に、溶液を攪拌しながら電気分解の実験を行うことにした。また、くびれのできる部分が液面付近であるのかを確認するための実験も行った。

5 研究の方法II

- (1) 実験1.2の結果より、溶液の濃度が銅板の溶け方に影響するのか調べる。マグネチックスターラーを使用し、溶液の濃度を均一にしながらI(2)と同じように実験を行う。
- (2) 液面付近の銅板にビニールテープを巻くことで、そこが溶液と触れない状態にする。その後電流を流し、銅板の溶け方を観察する。

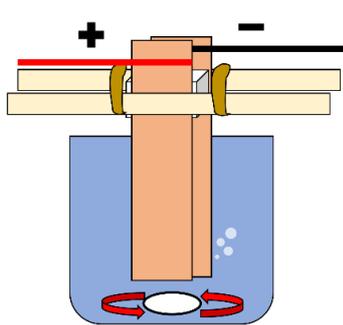


図7 実験II-(1)の実験装置の模式図

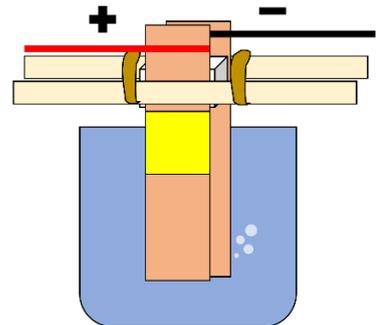


図8 実験II-(2)の実験装置の模式図

6 結果と考察II

1. 結果

- (1) 実験開始して少し変化が見られたので取り出してみると、液面部に小さなくびれができていた。銅板の先端部が弧を描くようにして溶けた。

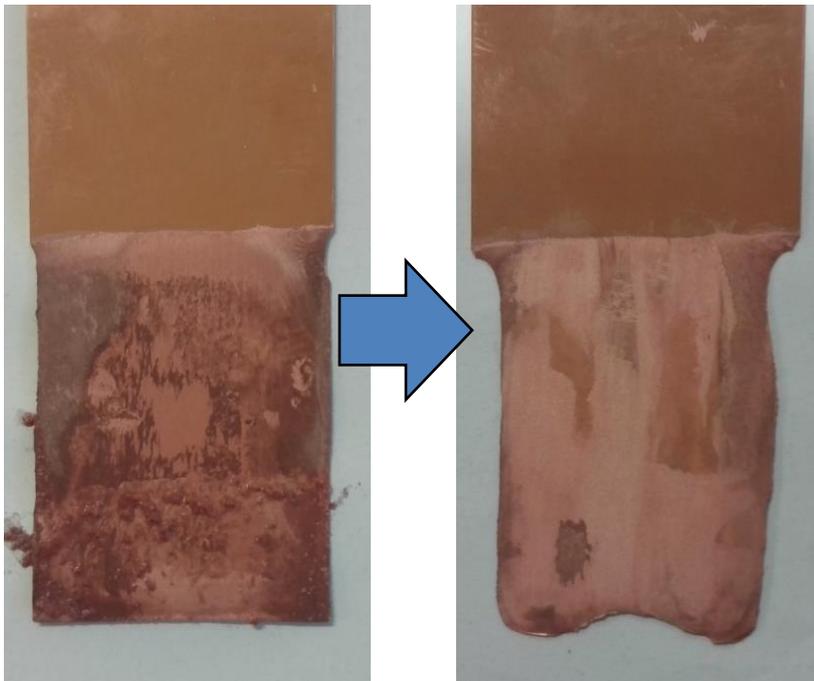


図9 電気分解の回数による銅板の形状の変化



図10,11 実際の実験の様子

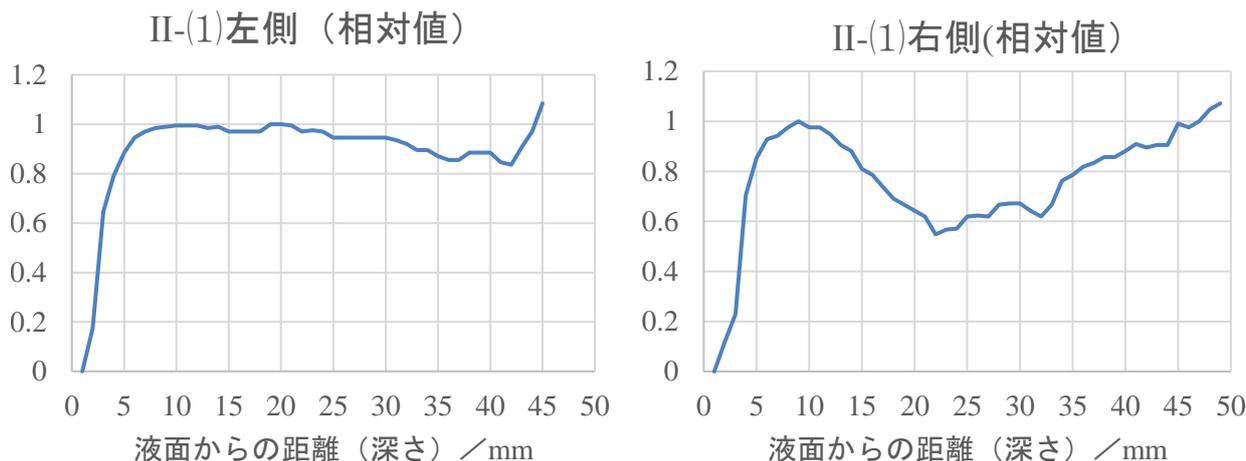


図 12 銅板の溶け具合のグラフ

- (2) ビニールテープを巻いた銅板の電気分解を行ったところ、図 13 のように、ビニールテープを巻いた部分は全く溶けず、それ以外の部分は比較的均一に溶けた。

2. 考察

溶液を攪拌していた場合も最初はくびれができていたこと、またその後は実験I-(2)と比べて、くびれの成長度合いが小さく、全体的によく溶けていたことから、電気分解の初期段階でくびれができ、それがその後大きくなっていくのではないかと考えた。また、銅板の先が弧を描いていたのは、スターラーが影響していると考えられる。スターラーを回転させた場合、密度の小さな物質は中心に集まり、密度の大きな物質は外側に集まる。電気分解の起こりやすさが溶液の特定のイオンなどの濃度に関係しているのであれば、スターラーの回転による溶液の攪拌によって、このような形ができたのではないかと考えられる。



図 13 ビニールテープを巻いた銅板の形状の変化

7 まとめと今後の課題

今回の実験を通して、銅板の溶け方が溶液の濃度の違いによるものだということが明らかになった。大きくくびれができた部分は他の部分と溶液の濃度が異なるからだと考えられる。また、くびれの出来る原因と電圧の大きさに関係がないと分かったが、授業で使用した硫酸銅水溶液は濃度が均一でなかったのに、銅板にはくびれが出来ないものもあった。原因としては実験時間の差が考えられる。我々は長時間続けて実験を行ったが、授業で実験を行った時間は長くて 10 分程度であった。これより、1 回の実験時間が短く繰り返して行われる場合、銅板にくびれは出来ないのではないかと考えた。

今後の課題としては、銅板は溶液の濃度が高い部分から溶けていくのか、低い部分から溶けていくのかを検証していくこと、また、銅板が溶けて薄くなった後にくびれができる理由と、柱状の金属の電気分解後の最終的な形状を確認していくつもりだ。

参考文献

1. 一般社団法人日本機械学会流体工学部門「渦の中の気泡」

(https://jsme-fed.org/experiment/2020_4/001.html)