

電気分解における陽極銅の形状変化とその条件

2年3組 上戸 滯音 2年3組 松浦 梨緒
2年3組 水谷 太軌 2年3組 渡邊 蓮二
指導者 蒲池 健人

1 課題設定の理由

化学の授業で電気分解の実験を行った際、班によって銅の溶け方に違いがあることに気づきその溶け方の違いに興味を沸かした。電極の種類や、電極の距離、電解質の濃度、電流の大きさ、実験時間などを変えることによってどのような違いが見られるか気になったため、今回の研究を行うことにした。

2 仮説

先行研究より、陽極の銅板の溶け方には溶液の濃度が関係しているという報告がされている。また、陽極板の上部にビニールテープを張って電気分解を行った場合には、ビニールテープの下部が溶けることが報告されている⁽¹⁾。そこで本研究では、次の2つの仮説を立てて検証を行った。

- (1) ビニールテープの張り方を変えることで、銅板の溶ける量が変化する。
- (2) 電解質として使用する硫酸銅水溶液の濃度を高くすると、銅板が溶けやすくなる。

3 研究の方法

仮説検証のため、銅の電気分解について実験①、②を行った。電気分解は電極に銅板を用い、電極間の距離は1.0cmにして行った。また、電解質には硫酸銅水溶液を用いた。

実験① ビニールテープの張り方による比較

1.0mol/Lの硫酸銅水溶液を50mL用いて、2.0Aで20分間の電気分解を行った。ビニールテープの張り方は以下の(a)～(d)の4種類で、各3回ずつ実験を行った。

- (a) ビニールテープを横向きに片面貼る (図2)
- (b) ビニールテープを横向きに両面貼る (図3)
- (c) ビニールテープを縦向きに片面貼る (図4)
- (d) ビニールテープを縦向きに両面貼る (図5)

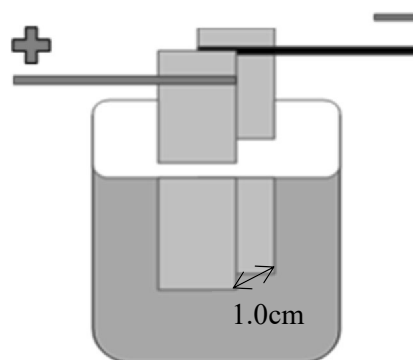


図1 実験装置の模式図

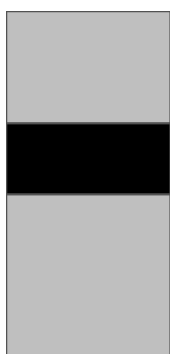


図2 実験①-(a)の模式図



図3 実験①-(b)の模式図

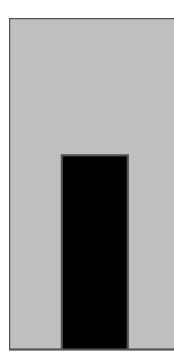


図4 実験①-(c)の模式図

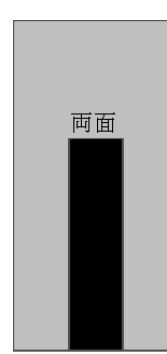


図5 実験①-(d)の模式図

実験② 硫酸銅水溶液の濃度変化による比較

硫酸銅水溶液 50mL に電極が 2.5cm 浸かるようにし、硫酸銅水溶液に浸かる電極の面積が 3.75cm²になるようにした。電極間は 1.0cm とし、1.0A で 40 分間電気分解を行った。硫酸銅水溶液の濃度は(a) 1.0mol/L、(b) 2.0mol/L、(c) 0.50mol/L の 3 種類用意し、各 2 回ずつ実験を行った。

4 結果と考察

表 1 に実験①の結果を示す。

表 1 実験①の結果とビニールテープの種類別の平均

		実験前の陽極の質量(g)	実験後の陽極の質量(g)	溶けた陽極の質量(g)
(a)	1	5.25	4.52	0.73
	2	4.85	4.03	0.82
	3	4.93	3.95	0.98
	平均	5.01	4.17	0.84
(b)	1	4.96	4.03	0.93
	2	5.14	4.34	0.80
	3	5.30	4.51	0.79
	平均	5.13	4.29	0.84
(c)	1	5.10	4.25	0.85
	2	5.07	4.24	0.83
	3	5.28	4.69	0.59
	平均	5.15	4.39	0.76
(d)	1	5.03	4.18	0.85
	2	4.99	4.11	0.88
	3	5.39	4.58	0.81
	平均	5.14	4.29	0.85

表 1 の結果を図 6 に散布図としてまとめる。

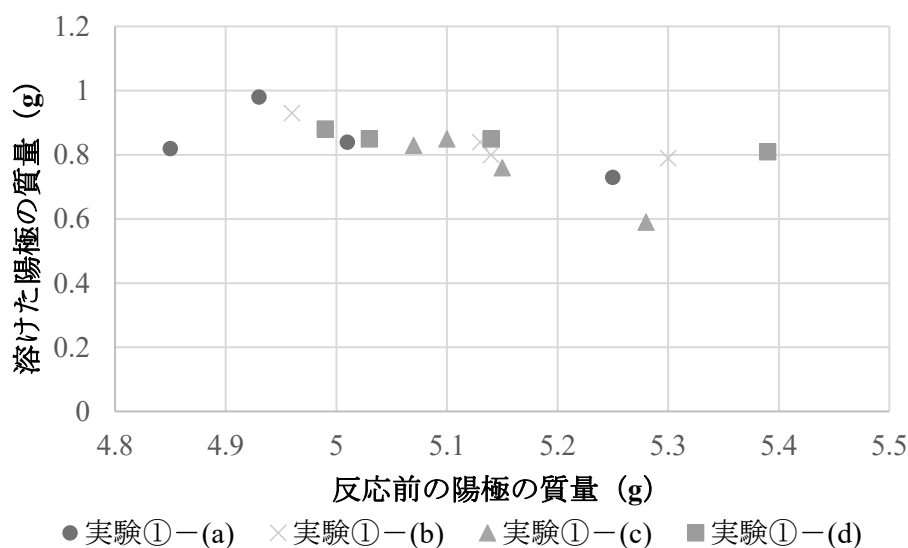


図 6 実験①の結果の散布図

表1、図6より、平均値だけで見ると実験①-(c)があまり溶けなかった結果となっている。しかし、散布図で全体を比較すると溶ける量に大きな差異がないと言える。この結果から、ビニールテープを張ることによって、溶けない部分が生まれ銅電極の溶けた後の形は変わるものの、溶ける量には影響がないことが分かった。

図7、図8、表2に実験②-(a)の結果を示す。

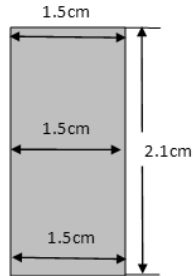


図7 実験②-(a) 1回目
電気分解後の銅極の状態の模式図

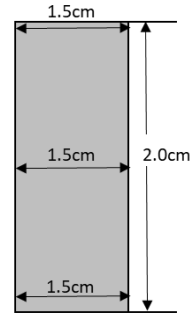


図8 実験②-(a) 2回目
電気分解後の銅極の状態の模式図

表2 実験②-(a)の実験結果

	実験前の陽極の面積(cm ²)	実験後の陽極の面積(cm ²)	溶けた陽極の面積(cm ²)	溶けた割合(%)
1回目	3.75	3.25	0.60	16
2回目	3.75	3.0	0.75	20
平均値	3.75	3.08	0.68	18

図9、図10、表3に実験②-(b)の結果を示す。

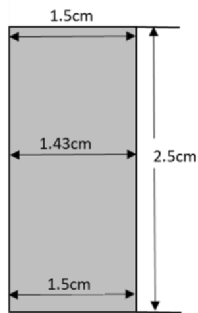


図9 実験②-(b) 1回目
電気分解後の銅極の状態の模式図

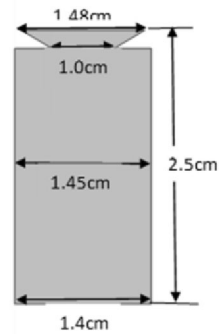


図10 実験②-(b) 2回目
電気分解後の銅極の状態の模式図

表3 実験②-(b)の実験結果

	実験前の陽極の面積(cm ²)	実験後の陽極の面積(cm ²)	溶けた陽極の面積(cm ²)	溶けた割合(%)
1回目	3.75	3.59	0.16	4.3
2回目	3.75	3.61	0.14	3.7
平均値	3.75	3.60	0.15	4.0

図 11、図 12、表 4 に実験②-(c)の結果を示す。

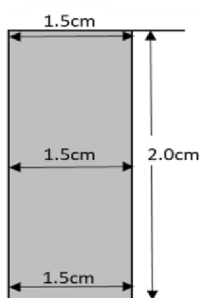


図 11 実験②-(c) 1回目
電気分解後の銅極の状態の模式図

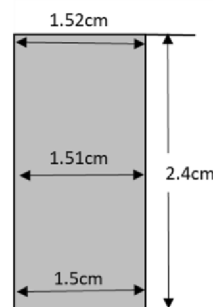


図 12 実験②-(c) 2回目
電気分解後の銅極の状態の模式図

表 4 実験②-(c)の実験結果

	実験前の陽極の面積(cm ²)	実験後の陽極の面積(cm ²)	溶けた陽極の面積(cm ²)	溶けた割合(%)
1回目	3.75	3.60	0.15	4.0
2回目	3.75	3.55	0.20	5.3
平均値	3.75	3.58	0.18	4.7

実験②-(a)~(c)の結果より、硫酸銅水溶液の濃度が 1.0mol/L のときに陽極の銅の電極がもつとも溶けやすくなり、1.0mol/L を基準として薄くても濃くても溶けにくくなるということが分かった。この結果から、電極周りの溶液の濃度勾配が陽極の溶け方に影響していると考えられる。電気分解の際、陽極には硫酸イオンが、陰極には銅イオンが引き寄せられる。濃度が薄い場合は引き寄せられるイオンの数が少ないため電極周りの濃度変化も少ない。また、濃度が濃い場合は引き寄せられるイオンは多いが、溶液のイオン濃度の総量が多いため電極周りの濃度変化は少ないと考えられる。よって、金属イオンの種類によって電極周りの溶けやすい適切な濃度が存在しており、銅イオンの場合には 1.0mol/L であったと考えられる。

5 まとめと今後の課題

実験①より、テープの貼り方によって溶ける量は変わらないことが分かった。また、実験②では濃度を 1.0mol/L より薄くしたとしても、濃くしたとしても溶ける量が減少していくことが明らかになった。今後の課題として、銅板を固定する際に用いたものが発泡スチロールであったことから、反応最中に銅板の距離が動くことがあったためしっかりと固定できるようにし、より正確な実験ができるようにしていきたい。今回は濃度変化を 3種類で行ったが、もう少し細かく濃度や時間を変えて測定することで、陽極の形状変化の条件を検証していきたい。また、銅以外の電極を使った場合の変化についても興味があるため、ステンレスや亜鉛版を使ったときにどのような変化を起こすのか検証していきたい。

参考文献

- (1) 児玉 亜門、岡崎 耀太郎、越智 雅文、高野 諒二、田中 文也。
電気分解における陽極金属の形状の変化に関する研究。
令和 5 年度宇和島東高等学校 SSH 生徒課題研究論文集, 2023, p.83-86