

身の回りのものを用いる電池教材に関する研究
電極表面の処理について

岸岡真也・新井京介

群馬大学教育実践研究 別刷

第41号 59～61頁 2024

群馬大学共同教育学部 附属教育実践センター

身の回りのものを用いる電池教材に関する研究

電極表面の処理について

岸岡 真也¹⁾・新井 京介²⁾

1) 群馬大学共同教育学部理科教育講座

2) 玉村町立玉村中学校

Research on battery teaching materials using everyday objects Treatment of electrode surfaces

Shinya KISHIOKA¹⁾, Kyosuke ARAI²⁾

1) Cooperative Faculty of Education, Science and Technology Education Division, Gunma University

2) Tamamura Lower Secondary School, Tamamura, Gunma

キーワード：化学変化，イオン，電池

Keywords: chemical reaction, ions, battery

(2023年10月23日受理)

1 はじめに

中学校理科の第3学年の「化学変化とイオン」の項において、「電流とその利用」では電池が扱われる。平成20年（2008年）の学習指導要領解説では「例えば、塩化ナトリウムや塩化銅などの電解質の水溶液に、亜鉛板と銅板を電極として入れると、電圧が生じ電池になることを実験で確かめさせる」とあった¹⁾。これはいわゆるボルタ電池に近い構成の電池である。平成29年（2017年）の同解説では「実用的な電池の例としてダニエル電池の製作を行う」とあり²⁾、教材が変更されていることが分かる。ボルタ電池は電気化学的に生じている現象が複雑であり、初学者である生徒の教材としては不適切であることが、電気化学研究者から指摘されてきた^{3,4)}。学習指導要領での変更はこれらの指摘を取入れたものと考えられるが、このことはボルタ電池（とその派生電池）の重要性を減少させることにはならない。身近なものを使い電池を作製することができることを知ることは、意義深いことである。銅板と亜鉛板を電極、くだものを電解質と

する「くだもの電池」や備長炭とアルミ箔を電極とする「備長炭電池」などは学習指導要領解説の中でも触れられている²⁾。身近な金属の例として貨幣が挙げられる。例えば10円硬貨は銅95%、亜鉛4-3%、スズ1-2%の組成の合金（青銅）であり、1円硬貨はアルミニウムである。このため、両者を電極として組合せることで原理的には電池を作製することが可能である。金以外の金属は基本的には大気中で表面が酸化されており、酸化皮膜で覆われていると考えてよい。この表面酸化皮膜の存在がボルタ型電池の反応の複雑さの原因の一つであると考えられる。本学理科専攻2年生を対象とする化学実験（理科教育実験D、選択必修科目）では、銅と亜鉛板を電極とするくだもの電池の実験を実施しており、その際にレモンの果汁で銅表面を研磨すると使い古した銅の表面が清浄化することに気づいた。この現象を手がかりとして、銅（およびその合金）を電極のひとつとして教材の電池を組立てる際の、その表面処理（清浄化）が電池の電圧と電流に与える影響について検討した結果を報告する。

2 実験

青銅（直径約23mm，厚さ約1.5mm）およびアルミニウム（直径約20mm，厚さ約1.5mm）の金属片を電極とした。電解質としてキムタオル（日本製紙クレシア株式会社）を直径約23mmにくり抜き、塩化ナトリウム（富士フィルム和光純薬，特級）の 1 mol dm^{-3} 水溶液を染み込ませたものを金属片に挟んだ。電圧と電流の測定はデジタルマルチメーター（Sanwa PC710）を用いた。また，発電試験として教材用の電子オルゴール（動作電圧：1.2～3.6Vナリカ）を使用した。試料の調製とすべての測定は 25°C で行った。

3 結果と考察

本文表面処理を行わない銅合金の表面はやや黒っぽく薄汚れていた。アルミニウム表面は金属光沢はなく，白っぽく見えた。これらの金属と紙製電解質膜を

使用して組立てた電池の電圧と電流の測定値を表1に示す。電池1つの場合，電圧は0.5～0.58V、電流は0.6～1.0mAとややばらつきがあり，汚れによる固体差がみられる。この電池1個で電子オルゴールの音を出すことはできなかった。次に電池の銅合金電極ともう一つの電池のアルミニウム電極を重ねて接触させて2個または3個の直列つなぎとした場合の積層電池では電子オルゴールから音が出ることを確認することができた。

レモン果汁の主成分はクエン酸やアスコルビン酸（ビタミンC）であるため，クエン酸（住宅洗剤用）の濃厚水溶液を調製し，この中に銅合金を数分間浸して，水で洗浄した。表面が目視で清浄となることが確認できたため，紙製電解質膜と表面処理を行っていないアルミニウム電極を組合せて電池を作製した。その電圧と電流を表2に示す。いずれの場合も電圧は0.55V，電流は2mA前後の値を得た。この電池1個で電子オルゴールの音を出すことはできなかった。

表1 表面処理を行わない銅合金を電極とする電池の結果

試料	電圧(V)	電流(mA)	オルゴール
電池a	0.58	1.0	×(鳴らない)
電池b	0.50	0.6	×
電池c	0.52	0.7	×
電池a+b	1.05	0.8	△(鳴るが不安定、雑音あり)
電池b+c	1.05	0.7	△
電池a+c	1.09	0.8	△
電池a+b+c	1.54	0.6	○(鳴る)

表2 クエン酸濃厚溶液で表面処理を行った銅合金を電極とする電池の結果

試料	電圧(V)	電流(mA)	オルゴール
電池d	0.55	1.8	×(鳴らない)
電池e	0.55	2.3	×
電池f	0.55	1.7	×
電池d+e	1.10	0.9	△(鳴るが不安定、雑音あり)
電池e+f	1.10	0.9	△
電池d+f	1.00	0.9	△
電池d+e+f	1.50	0.7	○(鳴る)

表3 レモン果汁で表面処理を行った銅合金を電極とする電池の結果

試料	電圧(V)	電流(mA)	オルゴール
電池g	0.51	1.3	×(鳴らない)
電池h	0.52	1.4	×
電池i	0.50	0.0	×
電池g+h	*	*	△(鳴るが不安定、雑音あり)
電池h+i	*	*	△
電池g+i	*	*	△
電池g+h+i	*	*	○(鳴る)

* 未計測

次に電池の銅合金電極ともう一つの電池のアルミニウム電極を重ねて2個または3個の直列つなぎとした場合の積層電池の電圧と電流を表2に示す。この場合、電圧は1.1Vと電池1個のときの丁度2倍の値となった。電流は0.7~0.9Aであった。電子オルゴールをつなぐと音は生じたが、やや雑音がありメロディーをはっきり聞きとることはできなかった。電池3個を直列つなぎとした場合の電圧は1.5V、電流は0.7Aであった。このとき、電子オルゴールにつなぐとメロディーまではっきりと聞きとることができた。

2個以上の電池を直列にする場合、銅合金電極とアルミニウム電極との接触が不十分であることが考えられる。そこで銅合金電極とアルミニウム電極の間にアルミ箔を挟むことを試みたが、電圧と電流に改善は見られなかった。

銅合金電極の表面をレモンの絞り汁に浸漬したあと、洗浄した。表面はクエン酸処理を行った場合と同様に清浄となった。この電極とアルミニウム電極、紙製電解質を組合せて作製した電池の特性を表3に示す。この場合も単独では電子オルゴールから音は出ず、3個を直列につないだ場合にはメロディーを聞くことができた。

これらの結果から銅合金の洗浄処理に、クエン酸濃厚溶液を用いてもレモン果汁を用いた場合と同様の結

果が得られることが分った。

4 まとめ

銅合金とアルミニウムを電極、食塩水を浸みこませた紙で作製した電池の銅合金表面の処理の効果を検討した。レモンの果汁に浸けたあとに洗浄した銅合金表面は清浄となり、作製した電池の出力は安定した。レモン果汁の代わりに市販の洗浄用クエン酸で調製した濃厚溶液で銅合金を処理した場合も同様の効果があることが分かった。実際の教育現場でも簡易的な方法として活用することができる。

註

1. 本研究において岸岡真也は、研究の着想、企画、分析、論文の執筆および全体の修正、最終確認を行った。また、新井京介は、研究の着想、企画、データの取得、分析、解釈、最終確認を行った。

参考文献

- 1) 中学校学習指導要領解説 理科編 平成20年
- 2) 中学校学習指導要領解説 理科編 平成29年
- 3) 坪村宏 化学と教育 1998, 46(10) 632.
- 4) 渡辺正 化学と教育 2017, 65(12) 616.

(きしおか しんや・あらい きょうすけ)

