

ゲル化銅 - 硫酸銅電極の特性

村上 英記 [1]
[1] 高知大・理・応用理学

Electrical properties of gel copper-copper sulfate electrodes

Hideki Murakami[1]
[1] Dept. Applied Sci., Kochi Univ

<http://sc1.cc.kochi-u.ac.jp/~murakami/>

We report the properties of gel copper-copper sulfate electrodes in which a copper rod is bathed in a gel solution of copper sulfate. The gel solution was prepared in mixing a saturated copper sulfate solution with xanthan gum which was a polysaccharide thickener. The gel electrode offset voltage was less than 0.3mV. The short-period noise amplitude was less than 0.1mV and the power spectrum in the frequency band from 0.001 to 0.5 Hz was flat. We can measure self-potential over a long duration using the gel copper-copper sulfate electrodes as stopping the leak of a copper sulfate solution from the electrode.

1. はじめに

自然電位の分布や時間的な変化を観測するために非分極型の電極が広く使用されている。その代表的な電極として銅 - 硫酸銅電極が挙げられる。通常、銅 - 硫酸銅電極は、底部にポーラスなコルクやセラミック材を使った容器に飽和硫酸銅溶液を入れ、その中央部に銅線を取り付けた構造をしている。底部からしみ出した硫酸銅溶液が大地と接することで電荷のやりとりをする。

銅 - 硫酸銅電極の構造上、硫酸銅溶液が底部からしみ出し大地と接することが必須であるが、測定中に液漏れがおこり補充を必要とする場合が生じ長時間の観測をおこなう場合には注意が必要になる。そのため、遠隔地で長時間の連続観測を実施するのに銅 - 硫酸銅電極を使用するには何らかの工夫が必要になる。

本研究では、制作が容易であるという銅 - 硫酸銅電極の特性を活かしつつ、液漏れの心配がないゲル状銅 - 硫酸銅電極について紹介する。

2. ゲル状銅 - 硫酸銅電極

本研究で紹介するゲル状銅 - 硫酸銅電極は、常温の硫酸銅溶液に増粘剤キサンタンガム（粉末）を混ぜるだけなので制作は極めて容易である。従来、硫酸銅溶液に寒天やゼラチンを混ぜてゲル状あるいは固化させる方法が広く知られていた。しかし、これらの方法では、硫酸銅溶液を寒天やゼラチンが溶ける数十 まで加熱しその後冷却するという過程を経る必要があり制作が容易とは言えない。なお、使用したキサンタンガムは増粘多糖類の一種で、食品や化粧品の増粘剤として広く使用されており、人体への毒性は確認されていない。

ゲル状銅 - 硫酸銅の作成は以下のようにおこなった：1) 通常の銅 - 硫酸銅電極を用意し、電極容器に飽和硫酸銅溶液 60ml を入れる、2) 飽和溶液 60ml にキサンタンガム 2g を攪拌しながら入れる、3) 銅線の付いた蓋をする。キサンタンガムは室温ではダマになりやすいので少量ずつ混ぜる方が良いが、ダマになっても特に問題はない。攪拌している段階でゲル化を始めるが数分放置すればゲル状態になる。

上記の方法で4本のゲル状銅 - 硫酸銅電極を作成し電極の特性を調べた。まず、飽和硫酸銅溶液を入れた容器に4本の電極を入れた状態で、電極間相互の電位差を調べたところ1本の電極を除き電位差は0.3mV以下であった。次に、2組の2本の電極の間の電位差を1秒サンプリングで24時間（温度調整無し）測定したところ、短周期ノイズの振幅は0.1mV以下であり、0.001Hzから0.5Hzの帯域のパワースペクトルは平坦であった。温度変化によると思われる長周期変動があったが1mV以下であった。

硫酸銅溶液のゲル状態がどの温度範囲で保たれるのかを別途作成したゲル状硫酸銅溶液を用いて調べた。まず、低温側はガラス瓶に入れたゲル状硫酸銅溶液を冷蔵庫（-2 ）に24時間入れて状態を確認したが、氷結せずゲル状態を保ったままであった。高温側は55-57、65-66、75-77、82-85 の温水に10分間入れて状態を確認したが融解することはなかった。65 付近で少し軟化が見られた。それ以上の温度では表面が乾燥して膜をはった状態になったが、それ以上の軟化は見られなかった。

3. おわりに

増粘剤キサンタンガムを使用することで、硫酸銅溶液を容易にゲル化することができることがわかった。商品化されたゲル状電極もあるが、その成分は必ずしも明らかではない。キサンタンガムは化粧品や食品の増粘剤として市販されており入手も容易であり、室温で混ぜるだけという簡便さがある。また、ゼリーの融点が30 数度なのに比べてかなり高いので夏場の長期計測にも使用できる。

ゲル状にすることで硫酸銅溶液の漏れだしによるトラブルは防げるが、既存の銅 - 硫酸銅電極を使用する場合には底部のコルク材や石膏・セラミックが乾燥すると大地との接地状態が保てないことになる。乾燥を防げる状態で使用するか、逆にゲル状硫酸銅溶液が直接大地と接地可能な工夫が必要になる。

長期観測で問題になるドリフトや温度特性などについても報告する予定である。

謝辞：試験に使用した銅 - 硫酸銅電極を提供して下さった吉村令慧博士（京都大学）に感謝いたします。