

自然電位測定用のゲル化非可逆電極の特性

Properties of gel non-polarized electrodes for measuring self-potential

村上 英記^{1*}

Hideki Murakami^{1*}

¹高知大学教育研究部自然科学系理学部門

¹Research & Education Faculty, Kochi Univ.

1. はじめに

自然電位の測定には非分極型の電極が広く使用されている。非分極型の電極の多くは、金属とその金属イオンを含む溶液という組み合わせで構成されている。電極の底部がポーラスなセラミックやコルクなどで出来ており、溶液と大地が接することで電位の測定がおこなわれる。非分極型の電極の一つである銅-硫酸銅電極 (Cu-CuSO₄) は、容器の大地に接する底部がポーラスな物質で出来ており、容器の中に飽和硫酸銅溶液を入れ中心部に銅線を入れた簡単な構造である。硫酸銅溶液がポーラスな容器の底部を通して大地と接することで電位計測がおこなわれる。また、鉛-塩化鉛電極 (Pb-PbCl₂) は、塩化鉛が難溶性であるため塩化カリウム (KCl) の溶液に塩化鉛を混ぜペースト状にして使用している。

これらの電極を使用して長期に自然電位の計測をおこなう上での問題点は、長期間のうちに溶液が抜け出てしまうことである。これは、観測上では欠測という事態になり、金属イオンを含む液体が大地に染みこむことで汚染するという問題もある。もちろん量的には微量ではあるが環境に対する配慮も重要である。特に、銅-硫酸銅電極の場合には構造上銅イオンを含む溶液が漏れ出すことを防ぐのは難しい面がある。

本報告では、液漏れの問題を軽減することを目的に非可逆電極の金属イオンを含む溶液をゲル化させた電極の特性について報告する。

2. ゲル化溶液の作成

すでに非可逆電極の溶液をゲル化したものが市販されているが、その成分や製法は必ずしも公表されていない。ここでは、食品添加物として使用されている増粘剤のキサンタンガムを使用して溶液をゲル化することを試みた。キサンタンガムは増粘多糖類の一種で、食品や化粧品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。

銅-硫酸銅電極に使用される硫酸銅溶液と鉛-塩化鉛電極で使用される塩化カリウム溶液のゲル化について述べる。まず、硫酸銅溶液のゲル化は、飽和硫酸銅溶液100mlに対して約2から3gのキサンタンガムを混ぜることで実現できる。キサンタンガムは室温の溶液では混ぜている途中でダマになりやすいので少量ずつ、溶液をよく攪拌しながら混ぜると約数分程度でゲル化し始める。次に、塩化カリウム溶液の場合には、飽和塩化カリウム溶液100mlに対して約2gのキサンタンガムを混ぜることでゲル化する。ほぼ混ぜている段階でゲル化してくる。

3. ゲル化溶液の温度特性

銅-硫酸銅電極では、古くから硫酸銅溶液に寒天やゼリーを混ぜることでゲル化させる方法が取られてきた。これら従来の方法と比較して、キサンタンガムを使ったゲル化には2つのメリットがある: 1) 常温で作成できる, 2) 短時間で作成できる。寒天の凝固点は33°C~45°Cで、融点は85°C~93°Cである。また、市販のゼラチンの凝固点は20~28°Cで、融点は凝固点より約5°C高い温度である。溶液をゲル化させるためには、寒天・ゼラチンの場合には、一度融点まで温度

を上げてから凝固点まで冷却しなければならない。

ゲル化した溶液の融点を調べるために、容器に入れたゲル化溶液を湯煎に入れ、目視で状態変化を確認した。硫酸銅溶液、塩化カリウム溶液とも試験をした常温から80℃の範囲内ではゲル化の状態に変化が見られなかった。ゼラチンの場合には、融点が比較的低温約30℃前後なので夏場の使用には不安があるが、キサンタンガムの場合には問題がない。

4. ゲル化電極の温度特性

ゲル化銅-硫酸銅電極を作成し、飽和硫酸銅溶液の中に複数の電極を入れ相互の電位差と共に室温の時間変化を計測して電極の温度依存性を求めた。電極作成直後の温度依存性は0.2から0.3 mV/℃であった。作成後4ヶ月に同一の電極で温度依存性を計測したが0.2mV/℃と変化は見られなかった。

5. 最後に

キサンタンガムを使用したゲル化銅-硫酸銅電極については、作成後4ヶ月経過しても温度特性などでも安定的な特性が得られている。また、ゲル化状態が時間と共に変化して、溶液とキサンタンガムが分離するようなことがあると長期の観測には使用できないが、実験室内でガラス瓶に入れた状態でのゲル化硫酸銅溶液について、作成後半年及び1年経過したものを目視及び攪拌して確認したところでは顕著な状態の変化は見られない。

ゲル化した塩化カリウムを使用した鉛-塩化鉛電極の特性についても報告する予定である。

キーワード:自然電位,ゲル化非可逆電極

Keywords: self-potential, gel non-polarized electrode