膜 電 位 に 関 す る 研 究

(3) 種々の金属を含む水銀小球の荷電について

帖佐 勝造, 村上 徹

群馬大学医学部第一生理学教室 (主任 松本政雄教授)

緒 言

先に松本等は電解質溶液中に相対して置かれた正負の電極による電場中に水銀の小球を落下させた場合、水銀小球は負の極に偏移し、水銀の表面に被膜が出来るように操作を加えた場合は垂直に、水銀に Na を混じた場合は陽極に偏移すると述べ、この現象から未知の界面電位を推定し得る可能性を指摘した¹⁾。一般に金属は電解質溶液中では正に帯電するので²⁾、水銀の場合負に偏移するのであろうが、松本等は Na を含む水銀が正の極に偏移することは Na の持つ特性によるものか、あるいは水銀に含まれる金属の種類によって、正の極への偏移すなわち、表面負に帯電するのに就いては論及していない。

そこで著者等は Na の他にも水銀中に含ませて正の極に偏移する性質を示す金属について検索した。

実 験 材 料

実験に用いた水銀はその目的上出来る限り純度の高いもの (99.99% 試薬一級, 岩井化学薬品社製) を使用した。

水銀に金属を含ませる方法としては、目的とする金属の塩の水溶液中で、水銀を陰極とした通電によって行う方法と、金属の細粉を乳鉢中で混合練和による方法とを用いた。

極偏移の状況を知るために使用した電極槽は大きさ $140 \times 90 \times 10 \text{ mm}$ の透明な箱であった (図1)。

電極槽の中に電解質溶液 (0.6% NaCl) をみだし、槽の左右に置いた電極の中央に、水銀小球を滴下させるための下端に細孔 ($\phi 500 \mu$) を有する硝子製の漏斗を、通電しない場合には水銀小球が鉛直に落下するように置き、通電によってどちらの極に偏移するかを観察した。この際通電期間大凡2秒、電圧は12Vとし、一度滴下させた水銀はそのままでは再度使用しないようにした。

図1 実験に用いた電極槽

F: 水銀を落下させる漏斗
(先端の細孔 $\phi 500 \mu$)
E1, E2 電極 (ニクロム線)

実 験 成 績

1. 電極槽中に細孔より滴下した種々の金属を含ませた水銀小球の極偏移の状況は図2に示すごとくであった。すなわち Na, K, Zn, Cd, Sn は正の極に偏移し、Pb はいずれの極に偏移するかを認め難く、電圧を22Vにした時に僅かにそれが認められた。また Cu, Ag, Hg は負の極への偏移を示した。

この場合金属により極偏移の多少があり、正の極への偏移を示す金属については Na, K, Zn, Cd, Sn,

図2 種々の金属を含ませた水銀粒子の電場中における落下の状況
 1: Na, 2: K, 3: Zn, 4: Cd, 5: Sn, 6: Pb,
 7. 通電を行わぬ場合 (いずれの材料でも鉛直)
 8: Cu, 9: Ag, 10: Hgのみの場合、左側が陽極、右側が陰極
 電圧: 12V, 液温: 21°C

Pbの順に小となり(図2の1~6), 負の極への偏移を示す金属についてはCu, Agの順に著しく, Hgは負の極への偏移の最も著しいものであった(図2の8~10)。

通電を行わない時はいずれも鉛直に落下した(図2の7)

2. 次にこれらの金属を含有する水銀が電極槽に満たした液(0.6%NaCl)と同様の液中で炭素電極に対して示す電位を測定して得られた結果は図3に示すごとくであった。すなわち, Naを含む水銀の電位が最も高く, K, Zn等の順に低くなり Hgが最も低かつ

図3 種々の金属を含有する水銀の界面電位
対極: 炭素棒, 浸液: 0.6% NaCl
液温: 21℃

た。なおこれら種々の金属を含有する水銀の電位が正であることはその他の方法でも確かめることが出来た。

考 按

一般に帯電粒子がその荷電と反対の符号にひかれることは既知の事実である。Naを含有する水銀が正の極に偏移するのはNaの特有の性質によるものであるか,あるいは他の金属にも類同の性質があるのかについての検索は実験成績に述べたごとく, 正の極への偏移はNa, K, Zn, Cd, Sn, Pb等を含有する水銀で起り, 偏移の大きさはNa, K, Zn, Cd, Sn, Pbの順となり, Pbでは偏移がほとんど認められない程度であることが明らかにされた。このことに対する理由としてはNaを含有する水銀小球の表面が最も負の状態が著しく, Pbでは帯電が僅かであろうとの考えを導き, 負の極に偏移するものについては勿論正に帯電していて, 荷電の大きさはHg, Ag, Cuの順であろうということになる。

然るにそれらの金属を含む水銀が電解槽溶液中で示す電位はすべて正で, Naを含む水銀が最大でK, Zn, Cd, Sn, Pb, Cu, Ag, Hgの順に電位は小であった。このことは通電槽中における水銀小球の偏移から推定された荷電状態とは相反する結果である。従って正の極への偏移の理由は荷電状態からは説明し難い事実として示され, 少くとも本実験において用いた電位測定法によって得られた結果とは相反することが明らかにされたわけである。このことについては種々の事柄が考えられる。すなわち落下運動中の水銀小球表面は静止状態の表面が示す電位とは異なるものであるか,あるいは正負の極に偏移する水銀小球は通電槽中において変形等を生じ運動方向が変わるのではないかなどであるが後者の可能性は少いのではないかと推定される。いずれにしても現在は確かなことは不明であり, 将来の研究によって明らかにし得れば幸いである。

総 括

電解質溶液(0.6% NaCl)を満たした槽中に一對の電極を置き, 通電中に槽中で種々の金属を含ませた水銀小球を落下させて正負何れの極に偏移するかについて実験し次の結果を得た。

- 1) 水銀中に含ませる金属としては既知であるNaのほかK, Zn, Cd, Sn, Pb等の場合は正の極に偏移した。
- 2) Cu, Ag等を含む水銀小球は負の極に偏移した。
- 3) 正の極に偏移する金属を含む水銀についても負の極に偏移する金属を含む水銀についても炭素電極(電位はほとんど零)に対して示された電位はすべて正であった。

著者等はこれらの結果から, 正の極に偏移する水銀小球の表面は負に荷電しているであろうとの推定は, 3)の理由から直ちに断じ難いものとなり, 従って正の極への偏移の理由は明らかでないものと思われると結論した。

文 献

- 1) 松本政雄, 秋山勲, 木本弥太郎(1959): 膜電位に関する研究, (1) 水銀小球の帯電状況について, 北関東医学, 9(5): 1096-1099.
- 2) 外島忍: 基礎電気化学, 4, 朝倉書店, 昭44. (177).

STUDIES ON THE MEMBRANE POTENTIAL (3) CHARGE OF MERCURY
PARTICLES CONTAINING VARIOUS KIND OF METALS
KATSUZO CHOSA and TOHRU MURAKAMI

Ist Department of Physiology, School of Medicine, Gunma
University, Maebashi, Japan
(Director: Prof. Masao Matumoto)

The charge of the small particles of mercury containing various kind of metals in the electrolytic solution was investigated. Employed method was that the deflection of small particles falling from a fine hole of glass tube into the solution through which current was flowing in horizontal direction was observed. The following results were obtained.

- 1) The particles of mercury containing Cu, Ag or pure mercury deflected toward cathode showing charged positive (already known fact).
- 2) The particles of mercury containing K, Na, Zn, Cd, Sn or Pb deflected toward anode, and these particles were assumed charged negative.
- 3) The surface of the mercury containing any one of these metals regardless of deflection in electrolytic solution (NaCl sol.) was positive against carbon electrode.

The authors concluded that the results in 2) and 3) were in contradiction and could not be understood. It should be elucidated by future investigation.