

加圧 NaCl 水溶液中でのパルス放電法の開発と発光スペクトル測定

Development of Pulsed Discharge Method in Pressurized NaCl Aqueous Solution and Measurement of Emission Spectrum

愛媛大¹ ○(M1)名和 賢吾¹, 向笠 忍¹, (M2)松田 昌大¹, 大家 拓巳¹, 野村 信福¹

Ehime Univ.¹, °Kengo Nawa¹, Shinobu Mukasa¹, Masahiro Matsuda¹, Takumi Oya¹, Shinfuku Nomura¹

E-mail: mukasa.shinobu.me@ehime-u.ac.jp

近年、日本近海における海底資源が注目されている。我々は海底資源の in-situ 探査方法として、海底土壌への放電照射による励起スペクトルから成分同定を行う方法を考えている。そのためには、高圧環境下にある NaCl 等を含む高導電性の海水中での低エネルギーかつ安定した放電発生方法の確立と放電特性を明らかにする必要がある。過去の研究では、海水を模した 3 wt% の NaCl 水溶液中で、電気分解により生成した水素で放電電極を覆うことにより安定した放電を発生させることができた。そこで、本研究では最大 1 MPa に加圧した NaCl 水溶液中で放電を発生させる実験を行った。さらに海底堆積物を模した酸化金属粉末の表面に、放電を照射して得られる発光スペクトルを測定し、海底堆積物に含まれる金属元素の同定についての検討を行った。

実験装置の概略図を Fig. 1 に示す。手動加圧ポンプに接続した容量約 520 mL のステンレス製耐圧容器に 3 wt% の NaCl 水溶液を入れて実験を行い、観察窓から放電の観察と分光測定を行った。電気分解には白金線陽極と銅線陰極を用い、電位をそれぞれ +12 V と -12 V としている。水素が生じる陰極は放電電極を兼ねており、高電圧が印加されるもう一方の放電電極である銅線に接近させている。2 本の放電電極は、水素保持と放電観察を行うための透明石英管で囲っている。容器等は接地 (0 V) されており、電気分解用の電極以外の金属表面での電気分解を起きにくくしている。放電用の高電圧パルス発生装置として、市販のガソリンエンジン用のイグニッションコイルを使用している。イグニッションコイルに車載バッテリーを接続し、矩形波発生器から 50 Hz, Duty 比 25% の矩形波信号を送信することで放電を発生させる。また、酸化金属粉末表面に放電を照射するために、端面に粉末を載せた金属棒を容器下部から挿入し、放電が届く位置に近づけた。酸化金属粉末には ZnO を用いる。

大気圧から 1 MPa までの範囲で放電が安定して発生する様子が確認された。放電は当初想定されていた電極間でなく片方の電極から気液界面へ向かって起きていた。通常であれば電極間で放電を起こすためには電極間距離の微調整が必要であったが、自由境界面である液面は、電極との間で放電が安定する距離になるように自発的に調整するものと考えられる。次に、放電部を ZnO 粉末表面に接したときの発光スペクトルを Fig. 2 に示す。472 nm と 481 nm において Zn のピークが検出された。このことより、海底堆積物に含まれる金属同定について本手法の可能性が示された。

発光スペクトルにおける主な発光種は H と Na である。圧力の増加にともなう発光スペクトルのピークの広がりや金属同定への影響について検討を行った。大気圧から 1 MPa までの Na の D 線 (598 nm) の FWHM を比較したところ、圧力広がりへの影響は軽微であることが予測された。しかし、Na の D 線は強大であるためサチュレーションを起こしやすく、周辺の波長域のピーク測定を避けることが望ましい。紫外領域での発光スペクトルにおいて、水中プラズマ等でみられる 309 nm 付近の OH の発光を含めてピークが全くみられなかったことから原因を調査したところ、電気分解時の容器等の腐食で生じる Fe イオンによる紫外線の吸収が生じていることが判明した。本実験は閉鎖系であるためこのような問題が生じるが、実際に行う開放系においてどの程度影響するかは未知である。影響がある場合、金属表面を絶縁塗装するなどの処置を行うことで問題を解決できると考えられる。

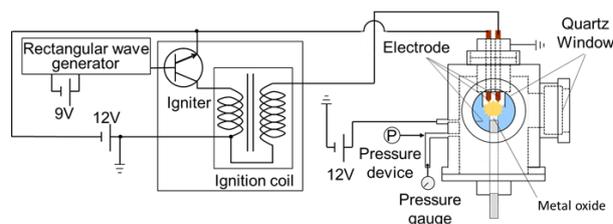


Fig. 1 Experimental apparatus.

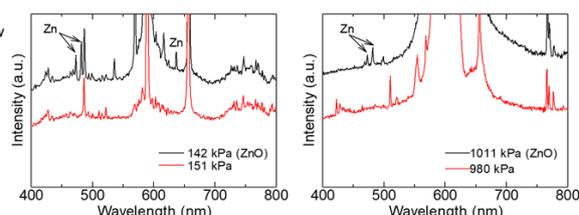


Fig. 2 Emission spectra of discharge in touch with ZnO powder in 3wt% NaCl solution.