

人工海水の電気分解とパルス放電の自動制御に関する研究

Study on Automatic Control of Electrolysis of Artificial Seawater and Pulse Discharge

愛媛大¹ ○(M1) 大家 拓巳¹, 向笠 忍¹, (M2) 名和 賢吾¹, (B4) 美口 信吾¹, 野村 信福¹

Ehime Univ.¹, °Takumi Oya¹, Shinobu Mukasa¹, Kengo Nawa¹, Shingo Miguchi¹, Shinfuku Nomura¹

E-mail: mukiasa.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の海底下において低エネルギーかつ自律的な放電発生方法の確立が必要である。本研究では、人工海水の電気分解により陰極から水素を放電可能になる量まで発生させ、次に、水素で覆われた放電電極から海底土壌を模擬した酸化亜鉛粉末表面に放電を照射する自動制御システムの構築を行った。また、放電時の発光分光測定を行った。

人工海水を、容量約 520 mL のステンレス製耐圧容器に手動加圧ポンプを使って注入した。容器内圧力は大気圧から約 1 MPa の範囲とした。人工海水の電気分解を起こすために、白金線陽極と銅線陰極との間に 2 つの車載鉛蓄電池を直列に接続し、両電極の電位をそれぞれ +12 V と -12 V に、容器全体を 0 V にした。次に、市販のガソリンエンジン用イグニッションコイルに矩形波発生回路から矩形波をイグニッションコイルに周波数 50 Hz で送信し、イグニッションコイルに接続した銅線電極と電気分解用の陰極との間で放電を発生させた。放電電極と電気分解用の陰極はともに容器上部から下向きに挿入し、電気分解用の陰極の方を少しだけ長くしている。また、両電極は電気分解で発生する水素を保持するための石英管で囲っている。海底土壌を模擬する酸化亜鉛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上向きに挿入し、放電が届く位置に固定した。容器側面の石英ガラス製の観察窓から放電の観察と発光分光測定を行った。

電気分解から放電への自動切り替えを行うために、電気分解の電流値を Arduino Uno と INA260 電流センサを用いて測定した。電気分解の電流値は時間経過とともに減少し、電気分解用の陰極が完全に水素で覆われると急激に落ち込むことから、電流値の変化から放電部の水素充填完了をプログラムで判定した。充填完了の判定後に Arduino から信号をリレー回路に送信して電気分解から放電への切り替えを行った。まれに水素充填完了後に放電が発生しないことがあったが、これは、発生した水素気泡同士の合体が進展せず石英管内で泡状となり、電気分解用の陰極のみが気泡で覆われてしまったことが原因である。このような状況も判定できるようなプログラムの改良が必要である。また、特に加圧時の電気分解において海水中の主にアルカリ土類金属の水酸化物の生成による白い靄が発生し電極部を覆う様子がみられた。放電に影響はみられないが、実機において分光測定に影響する可能性があるため考慮が必要である。

発光分光スペクトル中に Zn のピークを観測することができた。しかし、1MPa 付近まで加圧すると、H α と H β のピークの広がり と Zn のピークが重なるため判別が困難になる場合があった。