

多段電解トリチウム濃縮器の開発

○斎藤 正明*¹⁾、柚木 俊二*¹⁾、永川 栄泰*¹⁾

1. はじめに

最も漏洩しやすいトリチウム観測値が天然レベルを超えなければ、他の放射性物質も漏洩していないと考えられる。都産技研の開発による従来型トリチウム濃縮装置は原子力施設周辺のモニタリングに利用され、放射線監視の高度化に貢献してきたものの、対応可能な計測器が特殊型国産一機種に限られていた。本研究では、世界数千台規模で使用されている普及器対応の新機種開発に取り組んだ。

水の電解によって軽水素水が優先的に分解する現象によって電解濃縮が可能となる。この際に水素イオンが水を随伴して陰極に移動する現象が知られていた。陽極部で濃縮が起きず、陰極部で濃縮率が一定値となることから、電解をn段化してn乗倍の濃縮水が得られると仮説を立て、実証実験を行った。

2. 実験・結果

多段電解システムでは、セル内部で発生するガス分離を確実にする電極支持板を開発(2011)した。電極支持板とは水の通り道となる上下方向の溝を有する円盤(図1中央の切断面図)である。上部および下部の表裏を貫通する開口部を通して水が循環できる構造になっている。図右側の部分拡大図に示すように、分解ガス気泡の上昇力で電極裏側に回った水の下降と気泡の上昇とが逆向きとなる位置に排ガス管が配置されている。図左側に示す水位センサで電源をON-OFFし、気液分離の水位を一定に保つ。水の噴き出しや電極室が空になるのを防止し、気液分離を確実にする仕組みである。

前段のセルから供給される水量当量以上の電流で電解すると水位が低下していくことになる。水位がセンサに達すると電解を休止して水位の上昇を待つ動作で多段システムの調和が保たれる。電解段数に対する濃縮倍率プロット(図2)に示すように、トリチウム³H(◆)は電解段数に比例して増加した。トリチウムと重水素²H(□)とは大差なく、プロトン¹Hとの違いが特に大きい。酸素¹⁸O(△)には濃縮効果が認められない。以上はプロトンの分解だけが優越していたことを物語り、濃縮現象が水素結合ネットワークによるプロトン固有の伝導であるとする既報(2010)を実証、補強する結果となった。

各実測点は理論直線と合致した。一段濃縮倍率の実測値 $Z=1.2$ から推算される八段累乗値 $Z=1.2$ の8乗=4.3に対し、実測値は $Z=4.7$ であり、定量的にも理論通りの一致が認められた。

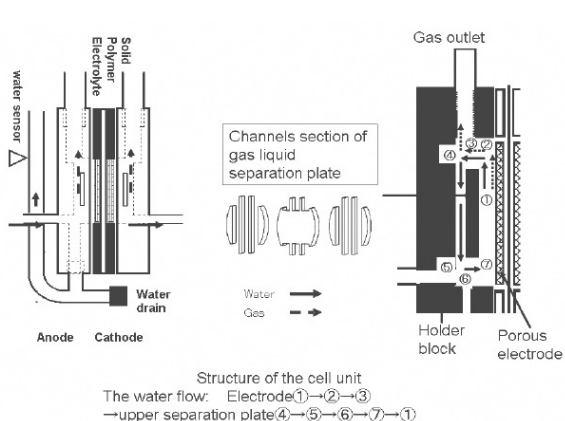
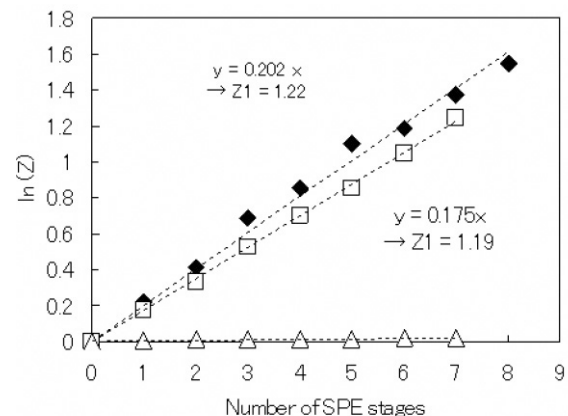


図1. 単セル内部の電極支持板の気液分離構

図2. 濃縮率(³H,²H,¹⁸O)の多段効果の比較

参考文献

- [1] 斎藤他: *Electrochemistry*, 78, pp. 597-600 (2010), *ibid.*, 77, pp. 370-372 (2009)
 [2] 斎藤他: 特開2010-006637, PCT JP2009 061393, 斎藤: 特願2011-260878 (2011)

*1) バイオ応用技術グループ