環境トリチウムの迅速測定法の開発 (2)環境トリチウム測定のための電解濃縮装置の開発

Development of a rapid measurement method for environmental tritium concentration

(2)Development of an electrolytic enrichment device for environmental tritium measurement

*今井 隆太郎¹, 豊田 大和¹, 坂口 智洋¹, 田仲 睦¹, 石川 幸治¹, 川上 智彦¹
¹化研

A system to simultaneously enrichment 12 samples using the alkaline electrolysis method was fabricated, and the conditions of the system with short time and high tritium enrichment efficiency were investigated.

keywords : tritium, electrolytic enrichment, tritium enrichment, separation factor

1. 緒言

環境試料のトリチウム分析において、海水はトリチウム濃度が比較的低い。液体シンチレーションカウンタ (LSC) により低い検出下限値を求めるには、長い計測時間を要するため、前処理としてトリチウムを濃縮している。水のトリチウム濃縮は電気分解で行い、軽水素とトリチウムの分解速度の違いにより、トリチウムが液中に濃縮される。濃縮方法として、アルカリ電解質を加えたアルカリ電解濃縮法^[1]が知られているが、多くの検体を処理するには時間が掛かるため迅速な処理が求められている。本研究では 12 試料を同時に濃縮するシステムを構築し、短時間でトリチウム濃縮効率が高い条件を検討した。

2. 方法・結果

2-1. 電気分解部の構成

陽極(外筒)に SUS304、陰極(内筒)に炭素鋼のパイプ(JIS 規格)を用いた 2 重構造の電解セルとした。セル外側を絶縁のためポリマーでコーティングし、容器自体を電極とした。両極は極力近接させ、接液部の電極面積を広くした。セル上部に溶液を補充する補給タンクを設け、セル内の液量を一定に保持できる構造とした。

2-2. 電流値の検討

電流値をパラメータに条件検討を行った。17 Bq/kg のトリチウム水 350 g を入れた電解セルを約 0°C に冷却し、10, 20, 30 A の電流を印加してトリチウム水を 50 g まで濃縮した。結果を表 1 に示す。電解濃縮は電流が大きいほど反応は早く進むが、トリチウムの電気分解も増え、濃縮効率が低くなった。30 A では分離係数 β が 5.6 となり、分離係数と電解時間から 20 A が最適となった。

	電流値		
	10A	20A	30A
電気分解重量理論値 g/h	3.36	6.72	10.08
重量減少実験値 g/h	3.41	6.96	10.59
理論値との乖離率 %	1.4	3.6	5.1
トリチウム保持率R	0.87	0.88	0.71
分離係数 β	14.3	14.1	5.6

※ $\beta = K_H / K_T$
 $\beta = \log(W_i / W_f) / (\log(W_i / W_f) - \log(T_f / T_i))$
 K_H : 水素分解反応速度定数 K_T : トリチウム分解反応速度定数
 W_i : 初期液量 g W_f : 最終液量 g T_i : トリチウム初期濃度 Bq/kg
 T_f : トリチウム最終濃度 Bq/kg

2-3. 12 試料同時濃縮検討

12 試料同時に濃縮する検討を行った。8.6 Bq/kg のトリチウム水を各容器に 733 g 入れ、電解セル 12 本を直列につなぎ、約 0°C で冷却し、積算電流が 1843 A・h となるように 20 A で印加し 100g に濃縮した。電解濃縮の結果、平均最終液量は 104.0 ± 4.3 g だった。電解後のトリチウム濃度は 53.3 ± 2.9 Bq/kg であり 6 倍以上濃縮された。トリチウムの保持率は平均で 87% となり効率よくトリチウムが濃縮された。分離係数 β は平均値で 14.6 となり、12 式でも単体と同等の結果が得られた。本トリチウム濃縮装置は、ばらつきが小さく、92 時間で 12 試料を同時に処理でき、迅速処理が可能となった。

[1] 柿内 秀樹, *J. Plasma Fusion Res.*, **92**, 26 (2016).

*Ryutarō Imai¹, Yamato Toyoda¹, Tomohiro Sakaguchi¹, Atsushi Tanaka¹, Koji Ishikawa¹, Tomohiko Kawakami¹

¹Kaken Inc.