

Hydrogen isotope separation by water-hydrogen chemical exchange with homogeneously packed column

†杉山貴彦, †酒井智之, †丑田綾香, †榎田洋一, †山本一良, †朝倉大和, †宇田達彦

†名古屋大学, ‡核融合科学研究所

†Takahiko SUGIYAMA, †Tomoyuki SAKAI, †Ayaka USHIDA, †Youichi ENOKIDA, †Ichiro YAMAMOTO, ‡Yamato ASAKURA, ‡Tatsuhiko UDA

†Nagoya University, ‡National Institute for Fusion Science

t-sugiyama@nucl.nagoya-u.ac.jp

1. 緒言 トリチウム含有水を濃縮・減容する方法として、水－水素化学交換反応法を用いることが検討されている。水－水素化学交換反応法とは、触媒反応と気液平衡反応の二つの反応により、水素ガス中のトリチウムを、水蒸気を介して水へと移動させ濃縮する方法である。触媒反応には白金触媒が、気液平衡反応には気液接触面積を増大させる充填物が必要である。これら充填物を混ぜ合わせそれぞれが均一に分布するように充填した塔を均一混合充填塔と呼ぶ。この形式の塔では触媒の必要量を見積もることが設計上重要であることから、本研究では触媒の充填割合が同位体分離性能に与える影響を調べることを目的とした。

2. 水素同位体分離実験 実験は大気圧下70℃、軽水素－重水素系で行った。反応カラムは内径25 mm、有効充填長60 cmである。反応カラムにはKogel触媒(粒径4.5-5.5 mm、白金担持量1.0 wt-%)とDixon gauze ring(直径6 mm、高さ6 mm)を充填した。Kogel触媒の充填割合を次式で定義した。

$$\text{Kogel触媒充填割合} = \frac{\text{Kogel触媒の粒子体積}}{\text{全充填物の粒子体積}}$$

粒子体積とは、Kogel触媒を真球に、Dixon gauze ringを円柱に見立てた時の体積である。本研究では、Kogel触媒の充填割合が13, 30, 40, 60および80%の場合について実験を行った。カラム内の反応流体の流量はいずれの場合も水素ガス 8 NL/min、水蒸気 2.5 g/min および水 6.5 g/min である。

3. 実験結果と考察 分離性能の指標として、分離係数を次式で定義した。

$$\alpha = x/C, \quad \beta = C/z$$

ここで x, z はそれぞれ排水、排水水素ガスの重水素モル分率、 C は供給水、供給水素ガスの平均重水素モル分率である。図1に得られた分離係数を示す。触媒の充填割合が30%付近で分離係数が最大となることがわかった。清水らは、触媒反応と気液平衡反応を

表す物質収支式を連立させて解き、境界条件に実験値を用いることにより物質移動係数を得る方法を提案している[J. Nucl. Sci. Technol., 20 [1], 36 (1983)]。その方法により計算した触媒反応の物質移動係数 k_g 、気液平衡反応の物質移動係数 k_l および物質移動の全過程に対する総括物質移動係数 K_{FG} を図2に示す。 k_g は触媒充填割合が40%付近で最大となり、一方、 k_l は触媒充填割合と共に単調減少している。これら素過程の効果が組み合わさり、全体として K_{FG} は触媒充填割合が30%付近で最大となっていると考えられる。このことは分離係数が触媒充填割合30%付近で最大となることも整合性がある。

4. 結言 均一混合充填カラムを用いた水－水素化学交換反応法による水素同位体分離において、触媒充填割合が異なる場合の分離係数と物質移動係数が得られ、触媒充填割合が30%付近で分離性能が最大となることが明らかになった。

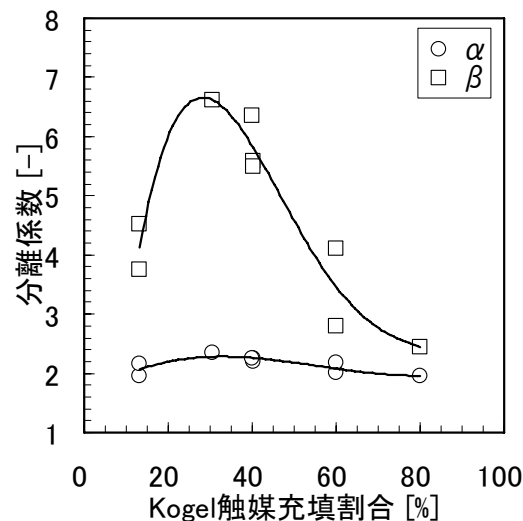


図1

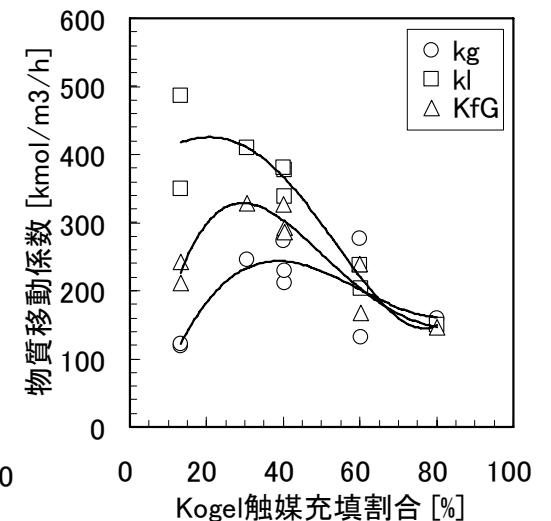


図2